



Jakim reakcjom ulegają amidy?

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



Jakim reakcjom ulegają amidy?

Paracetamol to przykład leku, będącego pochodną amidu.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Czy wiesz, co łączy penicylinę, paracetamol czy psychodeliczną substancję psychoaktywną LSD? A co ma z nimi wspólnego jeden z najmocniejszych materiałów świata, czyli kewlar? Wszystkie te związki są pochodnymi amidów. Są one pochodnymi kwasów karboksylowych. Z czego wynika zatem reaktywność amidów i jakim reakcjom ulegają? Tego dowiesz się w tym materiale.

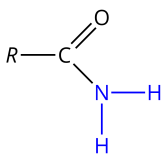
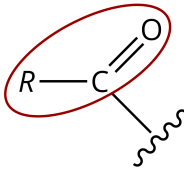
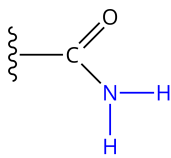
Twoje cele

- Zapiszesz równania reakcji hydrolizy kwasowej amidów.
- Zapiszesz równania reakcji hydrolizy zasadowej amidów.
- Wyjaśnisz, na czym polega hydroliza kwasowej i zasadowa amidów.

Przeczytaj

Czy amidy ulegają hydrolizie?

Amidy to organiczne związki chemiczne, będące pochodnymi kwasów karboksylowych, w których grupa hydroksylowa (—OH) została zastąpiona grupą —NR_2 , przy czym R to atomy wodoru, grupy węglowodorowe lub inne dowolne grupy organiczne.

Wzór ogólny	Rzędowość	Grupa funkcyjna
	Pierwszorzędowe (I-rzędowe, 1°). Mające jedną grupę acylową przy atomie azotu.  grupa acylowa	

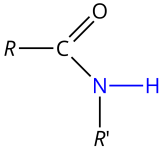
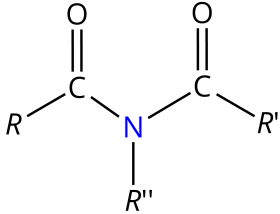
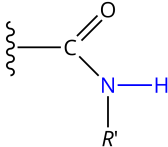
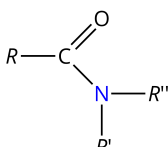
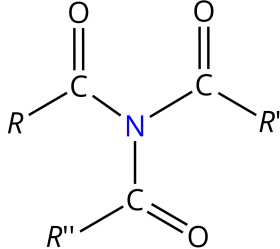
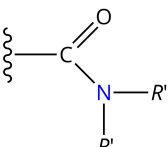
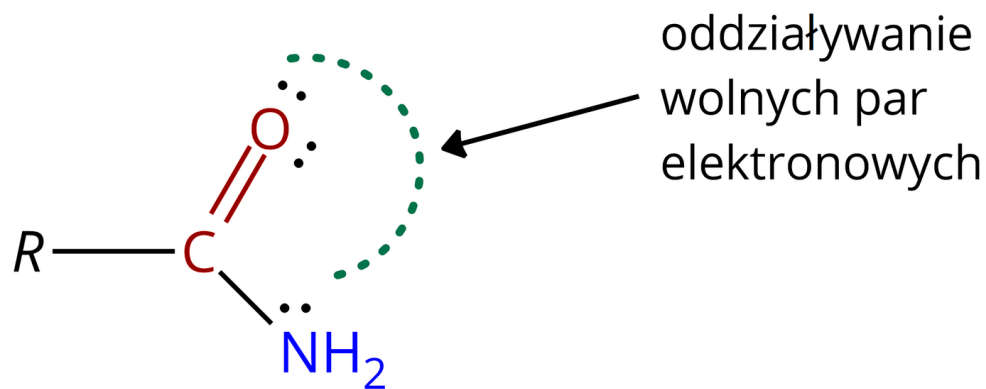
Wzór ogólny	Rzędowość	Grupa funkcyjna
	<p>Drugorzędowe (II-rzędowe, 2°). Mające dwie grupy acylowe przy atomie azotu. Są to inaczej imidy.</p> 	
	<p>Trzeciorzędowe (III-rzędowe, 3°). Mające trzy grupy acylowe przy atomie azotu. Są to inaczej triacyloiminy.</p> 	

Tabela rzędowości amidów

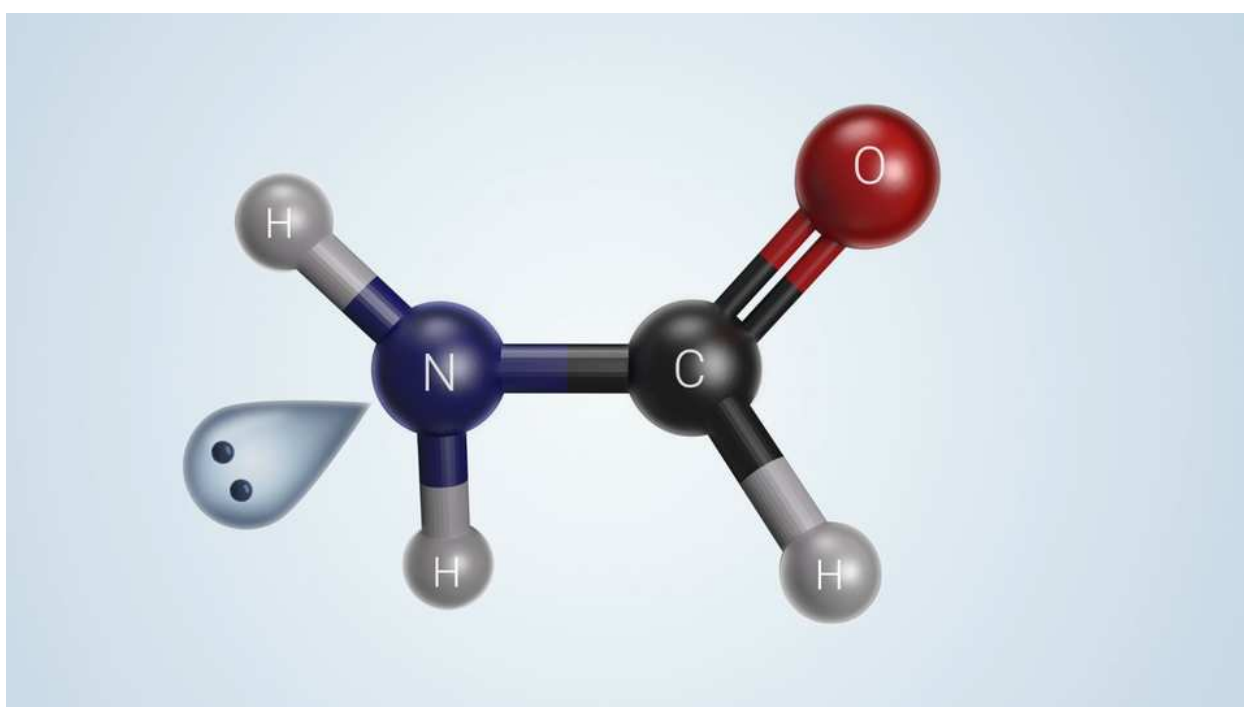
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Grupa acylowa w amidach wywiera silny efekt indukcyjny, dlatego gęstość elektronowa na atomie azotu jest niższa niż w pozornie podobnych aminach. Amidy nie są zdolne do przyłączenia protonu (kationu wodoru), z czym wiąże się ich odczyn obojętny oraz stosunkowo niska reaktywność.



Oddziaływanie wolnych par elektronowych

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



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/RmrAkzQ5UT1lf](https://www.youtube.com/preview/resource/RmrAkzQ5UT1lf)

Wizualizacja efektu indukcyjnego w cząsteczce amidu na przykładzie metanoamidu (amidu kwasu mrówkowego)

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

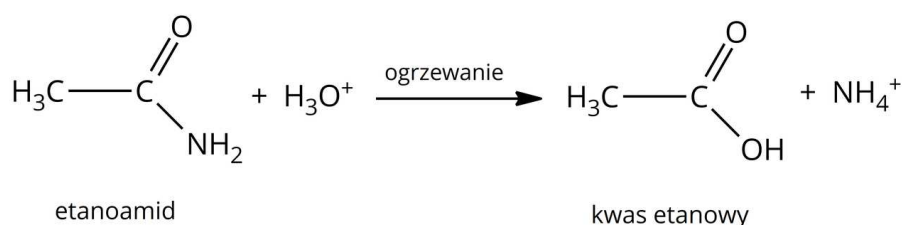
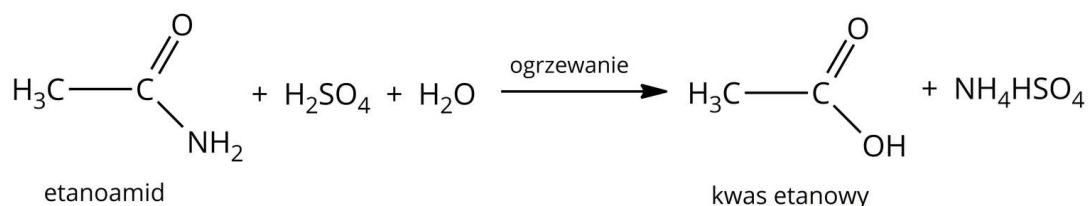
Film przedstawia wizualizację efektu indukcyjnego w cząsteczce metanoamidu.

Amidy ulegają reakcjom hydrolizy w wyniku ogrzewania w wodnym roztworze kwasu lub zasady. Poniżej zapisano równania reakcji chemicznych hydrolizy amidów na przykładzie etanoamidu (acetamidu).



Hydroliza kwasowa etanoamidu

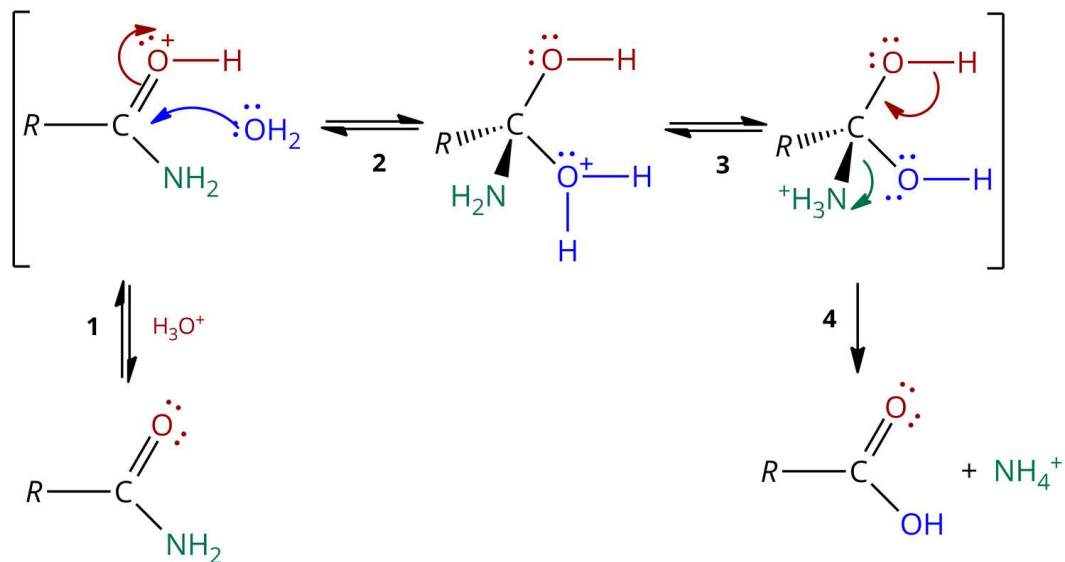
Jest to reakcja, w której powstaje kwas karboksylowy oraz sól amonowa. Mechanizm tej reakcji polega na [addycji](#) cząsteczki wody do protonowanego amidu. W wyniku reakcji następuje odszczepienie kationu amonowego.



Hydroliza kwasowa etanoamidu (amidu kwasu etanowego), zapisana w formie cząsteczkowej i jonowej skróconej

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

W pierwszym etapie cząsteczka amidu zostaje aktywowana przez protonowanie karbonyłowego atomu tlenu, dzięki czemu w drugim etapie następuje [addycja nukleofilowa](#) cząsteczki wody. Wówczas tworzy się tetraedryczny produkt pośredni, a w trzecim etapie następuje przeniesienie kationu wodoru od przyłączonej cząsteczki wody na atom azotu. Eliminacja kationu amonu w czwartym etapie prowadzi do otrzymania produktu końcowego, czyli kwasu karboksylowego.

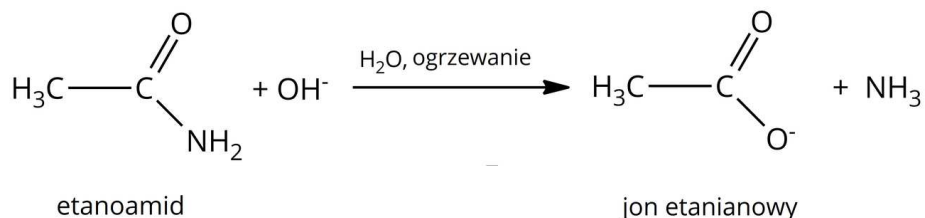
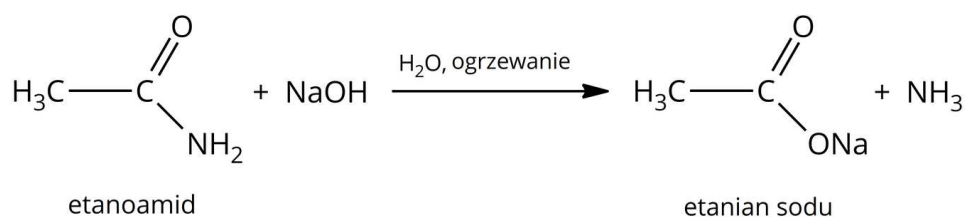


Mechanizm tej reakcji polega na addycji cząsteczki wody do protonowanego amidu.

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

Hydroliza zasadowa etanoamidu

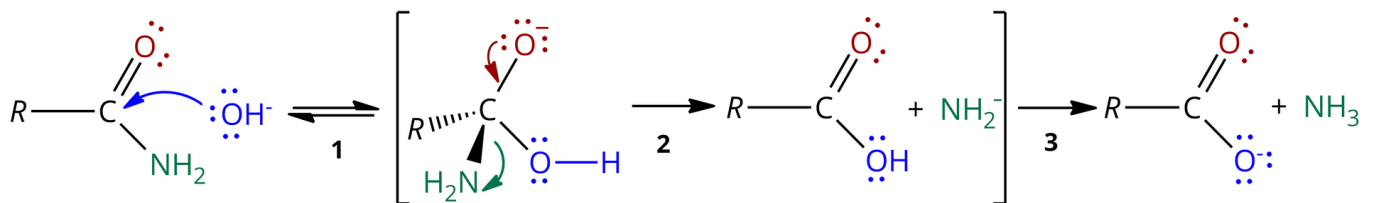
Jest to reakcja, w której powstaje amoniak oraz sól kwasu karboksylowego, od którego pochodzi amid.



Hydroliza zasadowa acetamidu (amidu kwasu etanowego), zapisana w formie cząsteczkowej i jonowej skróconej

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

Mechanizm tej reakcji polega na addycji nukleofilowej grupy hydroksylowej do karbonylowego atomu węgla grupy amidowej, co ma miejsce w pierwszym etapie reakcji. W drugim zaś następuje przegrupowanie wiązań i eliminacja anionu amidkowego (NH_2^-) oraz utworzenie kwasu karboksylowego, który ulega deprotonacji w trzecim etapie. Powstający proton łączy się z jonem amidkowym, tworząc cząsteczkę amoniaku.



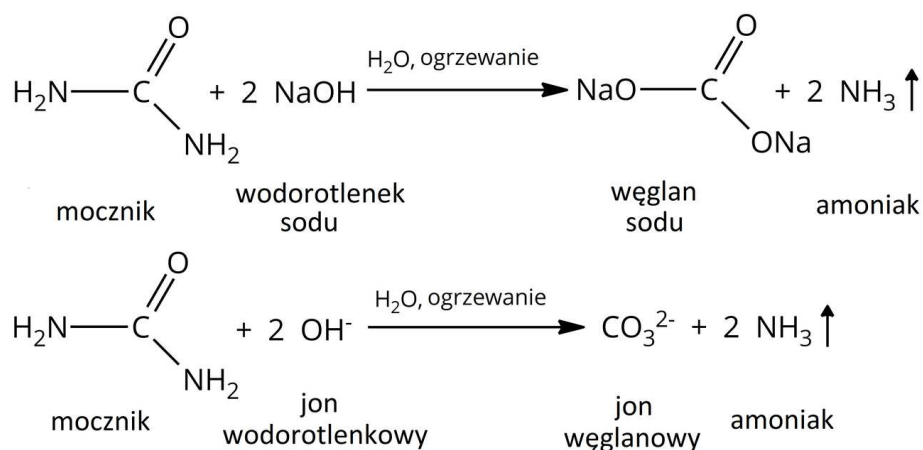
Mechanizm tej reakcji polega na addycji nukleofilowej grupy hydroksylowej do amidu.

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

Hydroliza mocznika (karbamidu, diamidu kwasu węglowego)

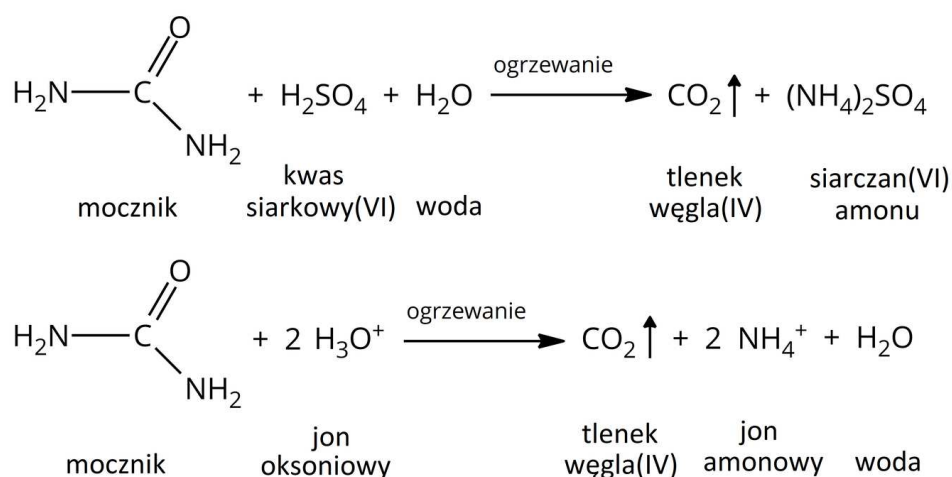
Analizując reakcje hydrolizy kwasowej i zasadowej amidów, należy pamiętać o szczególnym przedstawicielu amidów, czyli moczniku. Ponieważ jest to diamid kwasu węglowego, to w reakcji hydrolizy kwasowej powstaje tlenek węgla(IV) pochodzący z nietrwałego kwasu węglowego.

Z kolei w reakcji hydrolizy zasadowej powstaje sól kwasu węglowego – węglan.



Hydroliza zasadowa mocznika zapisana w formie cząsteczkowej i jonowej skróconej

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



Hydroliza kwasowa mocznika zapisana w formie cząsteczkowej i jonowej skróconej

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

Inne reakcje amidów

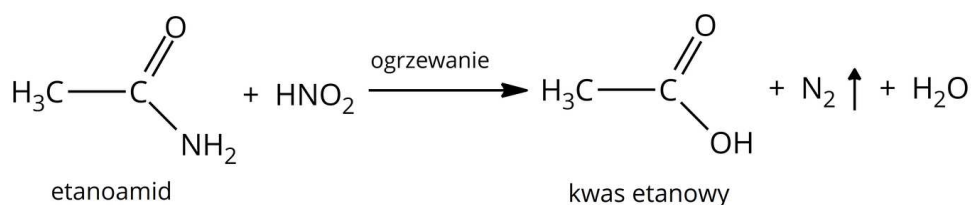
Hydroliza amidów, w których atomy wodoru grupy aminowej zostały zastąpione grupami węglowodorowymi zachodzi równie łatwo pod wpływem kwasów jak i zasad, prowadząc do otrzymania m.in. amin I- i II-rzędowych.

Hydroliza *N*-metyloetanoamidu

W wyniku hydrolizy kwasowej powstaje kwas etanowy (octowy) oraz chlorek metyloamoniowy, a w wyniku hydrolizy zasadowej powstaje etanian sodu (octan sodu) oraz metyloamina.

Hydroliza amidów kwasem azotowym(III)

Ta reakcja nie jest często realizowana. Dzięki niej powstaje kwas karboksylowy, woda oraz wydziela się azot.



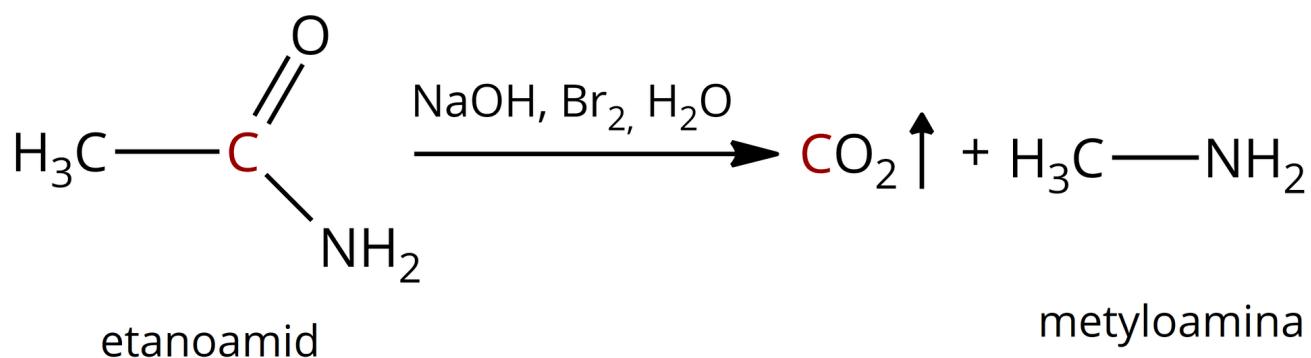
Hydroliza amidów kwasem azotowym(III) na przykładzie etanoamidu

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

Ciekawostka

Przegrupowanie Hoffmana

Do przegrupowania Hoffmana dochodzi, gdy do amidu $R-\text{C}(\text{O})-\text{NH}_2$ i zasadę. Kończącym etapem reakcji jest dekarboksylacja, a schematycznie można tę reakcję przedstawić na przykładzie acetamidu.



Przegrupowanie Hoffmana na przykładzie etanoamidu

W wyniku reakcji powstają aminy I-rzędowe.

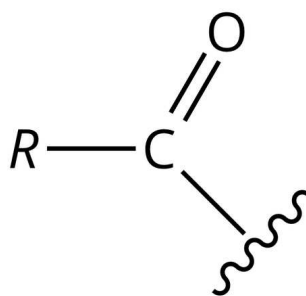
Słownik

amidy

pochodne kwasów organicznych, w których cząsteczkach grupa hydroksylowa —OH została zastąpiona (podstawiona) grupą aminową —NR₂

grupa acylowa

grupa funkcyjna, powstająca przez oderwanie grupy hydroksylowej, zazwyczaj od cząsteczki kwasu karboksylowego



Grupa acylowa

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

imidy

pochodne amidów, w których jedną z grup funkcyjnych *R* przy atomie azotu grupy —NR₂ jest [grupa acylowa](#)

triacyloaminy

pochodne amidów, w których przy atomie azotu występują trzy [grupy acylowe](#)

addycja

reakcja chemiczna, polegająca na przyłączeniu jednej cząsteczki do drugiej, w wyniku czego powstaje tylko jeden produkt, bez żadnych produktów ubocznych

addycja nukleofilowa

reakcja chemiczna typu addycji, polegająca na przyłączeniu reagenta nukleofilowego (drobina o nadmiarze elektronów) do wiązania wielokrotnego substratu.

mocznik

związek organiczny o wzorze $\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{O})-\text{NH}_2$, diamid kwasu węglowego

Bibliografia

R. T. Morrison, R. N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1985.

J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2000.

J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2016.

W. Danikiewicz, *Chemia organiczna*, t. 3, Warszawa 2009.

Mapa pojęć

Polecenie 1

Jakiego typu hydrolizie ulegają amidy? Zapoznaj się z mapą pojęć dotyczącą hydrolizy etanoamidu (acetamidu), następnie wykonaj ćwiczenia umieszczone pod nią.

Mapa pojęć pt. *Hydroliza etanoamidu*

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Opracowano na podstawie J. McMurry, *Chemia organiczna*, t. 3, Warszawa 2005, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Zapisz równania reakcji hydrolizy kwasowej i zasadowej propanoamidu w formie cząsteczkowej.

Ćwiczenie 2

Polecenie 2

Czy stopień podstawienia amidu wpływa na rodzaj produktów hydrolizy kwasowej oraz zasadowej tego amidu? Zapoznaj się z mapą pojęć, która przedstawia amidy o różnym stopniu podstawienia, porównaj produkty odpowiednich reakcji chemicznych, a następnie wykonaj poniższe ćwiczenia. Mapę możesz rozbudować o własne przykłady amidów.

Mapa pojęć pt. *Hydroliza amidów o różnych rzędowościach*

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Opracowano na podstawie J. McMurry, *Chemia organiczna*, t. 3, Warszawa 2005, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem.

Mocznik -

diamid kwasu węglowego.

Imidy -

pochodne amidów, w których jedną z grup funkcyjnych R przy atomie azotu grupy —NR_2 jest grupa acylowa.

Triacyloamidy -

pochodne amidów, w których przy atomie azotu występują trzy grupy acylowe.

Amidy -

pochodne kwasów organicznych, w których cząsteczkach grupa hydroksylowa —OH została zastąpiona (podstawiona) grupą aminową —NH_2 .

Ćwiczenie 2



Określ prawdziwość poniższych zdań, zaznaczając **Prawda** lub **Fałsz**.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W wyniku reakcji hydrolizy kwasowej amidów powstaje sól kwasu karboksylowego, od którego pochodzi dany amid.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W wyniku reakcji hydrolizy zasadowej amidów powstaje cząsteczka wody.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W wyniku reakcji mocznika z zasadą sodową powstaje m.in. węglan sodu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Po reakcji mocznika z zasadą sodową wyczuwalny jest charakterystyczny zapach tlenku węgla(IV).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W wyniku reakcji hydrolizy kwasowej mocznika powstaje m.in. sól amonu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 3



Zapisz równanie reakcji hydrolizy kwasowej amidu kwasu butanowego w formie cząsteczkowej, jonowej oraz jonowej skróconej. Jako kwas zastosuj kwas chlorowodorowy.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Zapisz równanie reakcji hydrolizy zasadowej benzamidu (amidu kwasu benzoowego) w obecności zasady potasowej, w formie cząsteczkowej oraz jonowej skróconej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Wybierz właściwy wyraz, aby powstało zdanie prawdziwe.

W wyniku hydrolizy kwasowej mocznika powstaje
 , a w wyniku hydrolizy zasadowej w obecności
zasady sodowej – .

Ćwiczenie 6



Zapisz równanie reakcji hydrolizy kwasowej *N*-fenylo-*N*-metylopropanoamidu z kwasem chlorowodorowym w formie cząsteczkowej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



W wyniku reakcji hydrolizy kwasowej *N*-fenylo-*N*-metylopropanoamidu z kwasem chlorowodorowym otrzymano kwas propanowy z wydajnością 30%. Oblicz, ile milimoli amidu użyto do reakcji, jeżeli otrzymano 30 mg kwasu propanowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



W wyniku reakcji hydrolizy kwasowej *N*-fenylo-*N*-metylopropanoamidu z kwasem chlorowodorowym otrzymano kwas propanowy z wydajnością 30%. Do reakcji użyto stężonego kwasu chlorowodorowego (35%), którego gęstość wynosi $1,19 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Oblicz objętość (w mikrolitrach) kwasu chlorowodorowego, jaką wzięto do reakcji, jeżeli otrzymano 30 mg kwasu propanowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Mocznik to diamid kwasu węglowego. Ze względu na obecność w cząsteczce mocznika dwóch atomów azotu z wolnymi parami elektronowymi, reaguje on z mocnymi kwasami. Zapisz równanie reakcji mocznika ze stężonym kwasem azotowym(V), skoro wiadomo, że powstający jedyny produkt jest solą, która wytrąca się w postaci białego osadu.

Równanie reakcji zapisz w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: Chemia

Temat: Jakim reakcjom ulegają amidy?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Uczeń:

8) pisze równania reakcji hydrolizy amidów (np. etanoamidu) w środowisku kwasowym i zasadowym.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- przeprowadza doświadczenie chemiczne „badanie właściwości chemicznych etanoamidu”;
- zapisuje reakcje hydrolizy kwasowej amidów;
- zapisuje reakcje hydrolizy zasadowej amidów;
- wyjaśnia mechanizmy hydrolizy kwasowej i zasadowej amidów.

Strategia nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- eksperyment chemiczny;
- dyskusja dydaktyczna;
- mapa pojęciowa;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu e-materiału i zadaje je uczniom: co łączy penicylinę, paracetamol czy psychodeliczną substancję psychoaktywną LSD? Co z nimi ma wspólnego jeden z najmocniejszych materiałów świata czyli kewlar?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie podają właściwości chemiczne amidów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment uczniowski – „Badanie wybranych właściwości chemicznych etanoamidu”. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje karty pracy. Uczniowie wybierają odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne, przygotowane na stole laboratoryjnym, oraz odpowiednie odczynniki chemiczne. Następnie przygotowują instrukcję wykonania. Chętne osoby, po wyznaczonym czasie, podają zasady na forum klasy – nauczyciel zatwierdza ostatecznie procedurę wykonania (przykład dla nauczyciela w materiałach pomocniczych). W kartach pracy formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia i zapisują swoje obserwacje i formułują wnioski. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów i wspiera ich podczas pracy.

2. Nauczyciel odsyła uczniów do e-materiału celem analizy treści dotyczących hydrolizy amidów. Po analizie tekstu, chętne osoby podchodzą do tablicy i zapisują równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej w odniesieniu do przeprowadzanego eksperymentu. Nauczyciel weryfikuje poprawność zapisów na tablicy i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie. Pozostali uczniowie zapisują równania reakcji w kartach pracy.
3. Uczniowie samodzielnie pracują z mapą pojęciową zawartą w medium bazowym i wykonują zawarte tam polecenia.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, zadając przykładowe pytania: Na czym polega hydroliza kwasowa etanoamidu? Na czym polega hydroliza zasadowa etanoamidu? Na czym polega hydroliza amidów kwasem azotowym(III)? Wyjaśnij pojęcia: amidy, grupa acylowa.
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Mapa pojęciowa może być wykorzystana podczas przygotowywania się uczniów do lekcji czy sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Na czym polega hydroliza kwasowa etanoamidu?
- Na czym polega hydroliza zasadowa etanoamidu?
- Na czym polega hydroliza amidów kwasem azotowym(III)?
- Wyjaśnij pojęcia: amidy, grupa acylowa.

2. Karty charakterystyk substancji: etanoamidu, kwasu siarkowego(VI), wodorotlenku sodu.

3. Doświadczenie chemiczne - „Badanie wybranych właściwości chemicznych etanoamidu”

Sprzęt i szkło laboratoryjne: probówki, statyw do probówek, łapa drewniana, pręcik szklany, palnik spirytusowy, zapalniczka/zapałki.

Odczynniki chemiczne: woda destylowana, etanoamid, stężony kwas siarkowy(VI) – praca pod czynnym wyciągiem, wodorotlenek sodu – ciało stałe, uniwersalny papierek wskaźnikowy.

Instrukcja wykonania doświadczenia:

- Zbadaj odczyn wodnego roztworu acetamidu rozpuszczając w probówce 0,5 g etanoamidu w 5 cm³ wody destylowanej i zastosuj uniwersalny papierek wskaźnikowy. 2. Następnie dodaj do probówki 5 cm³ stężonego kwasu siarkowego(VI) i ogrzewaj przez kilka minut do wrzenia. Zbadaj zapach mieszaniny poreakcyjnej.
- Powtórz doświadczenie zastępując kwas siarkowy(VI) dwiema pastylkami wodorotlenku sodu. Zbadaj zapach mieszaniny poreakcyjnej.

4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 75.51 KB w języku polskim