
Glicyna – budowa cząsteczki i właściwości

Waldemar Plewiński

Cele ogólne lekcji

Uczeń:

- planuje i przeprowadza eksperymenty chemiczne,
- planuje proces badawczy określonego problemu naukowego,
- bada właściwości fizykochemiczne substancji chemicznej,
- zapisuje równania reakcji chemicznej z użyciem wzorów półstrukturalnych związków organicznych,
- ustala wzór strukturalny związku organicznego na podstawie jego wzoru sumarycznego,
- opisuje właściwości chemiczne związku organicznego na podstawie budowy jego cząsteczki.

Cele szczegółowe lekcji

Uczeń:

- opisuje budowę cząsteczek aminokwasów,
- zapisuje wzór strukturalny (półstrukturalny) aminokwasów,
- opisuje właściwości fizyczne glicyny,
- charakteryzuje właściwości chemiczne aminokwasów na przykładzie glicyny,
- planuje i wykonuje doświadczenia chemiczne badające charakter kwasowo-zasadowy glicyny,
- zapisuje równania reakcji chemicznych ilustrujących właściwości chemiczne glicyny,
- planuje i przeprowadza reakcję biuretową,
- ustala, czy dany związek organiczny posiada czynność optyczną.

Metody kształcenia:

- eksperymentalna (uczniowie samodzielnie planują i wykonują doświadczenia chemiczne),
- „burza mózgów”,
- rozmowa heurystyczna (pogadanka).

Nawiązanie

N (nauczyciel): Glicyna jest jednym z podstawowych związków chemicznych, wchodzących w skład białek. W kolagenie (odpowiedzialnym m.in. za elastyczność skóry i budowę ścięgien) glicyna stanowi blisko jedną trzecią wszystkich budujących go aminokwasów, bierze także udział w syntezie hemu. Niedawno (w 2009) potwierdzono występowanie glicyny w przestrzeni kosmicznej,

w składzie komety Wild 2, co przyczynia się do rozwoju badań nad powstaniem życia na Ziemi oraz występowaniem organizmów żywych w Kosmosie.

Wytworzenie sytuacji problemowej

Na dzisiejszej lekcji zbadamy właściwości glicyny i ustalimy budowę jej cząsteczki. Na stanowiskach laboratoryjnych znajdziecie przygotowaną w małych pojemnikach glicynę. Na podstawie analizy elementarnej ustalono wzór sumaryczny glicyny, który jest następujący: $C_2H_5NO_2$

Sformułowanie problemu

N: Spróbujmy wspólnie ustalić budowę cząsteczki tego związku chemicznego. Podajcie wasze propozycje wzoru strukturalnego (półstrukturalnego) tego związku.

Rozwinięcie problemu (poszukiwanie odpowiedzi) – „burza mózgów”

U (uczeń):

- $CH_3 - CH_2 - NO_2$ (1)
- $NH_2 - CH_2 - COOH$ (2)

Rozwiązanie problemu

N: W jaki sposób można by najprościej i najszybciej ustalić poprawny wzór półstrukturalny glicyny i jej nazwę systematyczną?

U: Na podstawie porównania zbadanych eksperymentalnie właściwości fizykochemicznych związku i tych przewidywanych na podstawie opisu właściwości fizycznych nitroetanu (wzór 1) i kwasu aminoetanowego (wzór 2) zawartych w literaturze (np. poradnik fizykochemiczny) lub kart charakterystyki (dostępnych w Internecie).

Właściwości nitroetanu:

w zwykłych warunkach bezbarwna oleista ciecz o zapachu owoców, $d = 1,054 \text{ g/cm}^3$; $T_t = -90 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_w = 112,0 \text{ }^\circ\text{C}$

Właściwości kwasu aminoetanowego:

w zwykłych warunkach substancja stała, krystaliczna, rozpuszczalna w wodzie, $d = 1,595 \text{ g/cm}^3$; $T_t = 240 \text{ }^\circ\text{C}$ (rozkład)

U: Doświadczenie 1. Badanie właściwości fizycznych glicyny.

Obserwacja: glicyna jest substancją stałą krystaliczną.

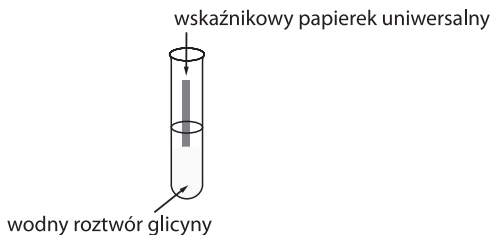
Wniosek: na podstawie stanu skupienia glicyny w temperaturze pokojowej można przypuszczać, że najprawdopodobniej glicyna jest kwasem aminoetanowym.

N: Jeżeli glicyna jest kwasem aminoetanowym, jej cząsteczka musi zawierać grupę aminową i grupę karboksylową. W jaki sposób można sprawdzić obecność tych grup w cząsteczce?

U: Należy sprawdzić odczyn roztworu glicyny. Obecność grupy aminowej sugeruje odczyn zasadowy, a obecność grupy karboksylowej – kwasowy. Odczyn roztworu powinien być raczej obojętny, ponieważ cząsteczka zawiera jednakowe ilości obu grup funkcyjnych.

N: Zaprojektujcie doświadczenie, przy pomocy którego zbadacie odczyn wodnego roztworu glicyny. Na karcie pracy zapiszcie temat doświadczenia, wykonajcie schematyczny rysunek; wykonajcie doświadczenie, a na karcie pracy zapiszcie wasze obserwacje i sformułujcie wnioski.

U: *Działanie roztworu glicyny na wskaźnikowy papierek uniwersalny*



Obserwacje: wskaźnikowy papierek uniwersalny nie zmienia zabarwienia (pozostaje żółty).

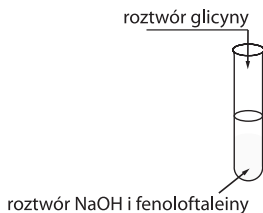
Wnioski: roztwór glicyny ma odczyn obojętny.

N: Przeprowadzone przez was doświadczenie nie potwierdza, ani nie zaprzecza obecności grup: aminowej i karboksylowej w cząsteczce glicyny. W jaki sposób jeszcze można zbadać ich obecność?

U: Należy sprawdzić, czy glicyna może reagować z kwasami (ze względu na obecność grupy aminowej) i zasadami (ze względu na obecność grupy karboksylowej).

N: Zaprojektujcie zatem odpowiednie doświadczenia. Na kartach pracy podajcie ich temat, wykonajcie schematyczne rysunki, wykonajcie doświadczenia na podstawie waszych projektów; z kolei na karcie pracy opiszcie spostrzeżenia, zaproponujcie wnioski i równania reakcji chemicznych, posługując się wzorami półstrukturalnymi związków organicznych.

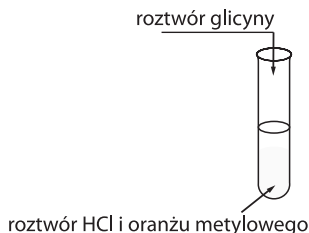
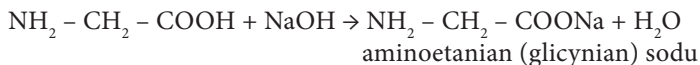
U: *Badanie wpływu glicyny na roztwór wodorotlenku sodu i kwas solny*



Obserwacje: roztwór wodorotlenku sodu z dodatkiem fenoloftaleiny miał barwę malinową. Po dodaniu roztworu glicyny uległ on odbarwieniu.

Wnioski: glicyna spowodowała zobojętnienie zasadowego roztworu wodorotlenku sodu.

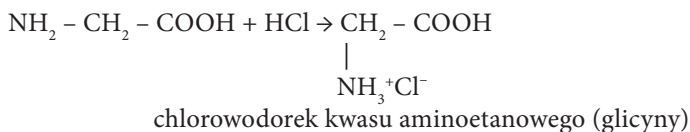
Równanie reakcji:



Obserwacje: roztwór, po dodaniu roztworu glicyny, zmienił zabarwienie z czerwonego na żółte.

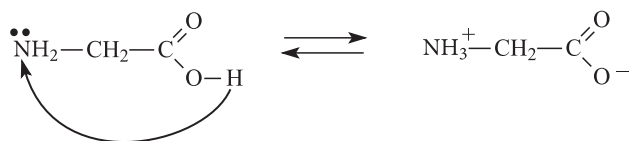
Wnioski: glicyna spowodowała zobojętnienie kwasu solnego.

Równanie reakcji:



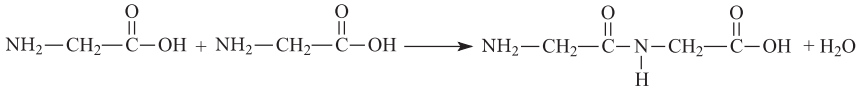
N: Pozytywne wyniki przeprowadzonych prób potwierdzają obecność grup: aminowej i karboksylowej. Dlaczego roztwór glicyny wykazuje odczyn obojętny? Dlaczego w roztworze panuje równowaga pomiędzy stężeniem jonów H^+ i OH^- ? Co się może dziać z jonami H^+ uwalnianymi do roztworu z cząsteczki glicyny? Spróbujcie wyjaśnić, jaka wewnętrzna reakcja w obrębie cząsteczki glicyny, może być przyczyną obojętnego odczynu roztworu glicyny.

U: Dysocjacja jonowa grupy karboksylowej polega na odłączeniu kationu H^+ , a dysocjacja jonowa grupy aminowej na przyłączeniu kationu H^+ .



N: Zgadza się, otrzymany produkt tzw. wewnętrznego zobojętnienia, to jon obojnaczy (będący przykładem jonu dwubiegunowego), w literaturze niemieckiej spotyka się określenie *zwitterion*.

N: Aminy mogą reagować z kwasami karboksylowymi tworząc związki o nazwie „amidy”. Jak myślicie, czy podobna reakcja może zachodzić pomiędzy dwoma cząsteczkami glicyny? Zaproponujcie równanie przewidywanej reakcji chemicznej.

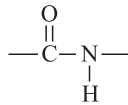


(np. na modelach lub magnesach na tablicy)

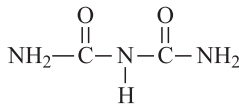
N: Być może taki sposób łączenia się aminokwasów, do których należy również glicyna, jest przyczyną powstawania białek. Spróbujcie zaprojektować doświadczenie, przy pomocy, którego będzie można sprawdzić sposób łączenia się aminokwasów w łańcuch białka.

U: Trzeba poszukać eksperymentu wykrywającego wiązania występujące pomiędzy cząsteczkami aminokwasów.

W cząsteczce powstałej w wyniku połączenia dwóch cząsteczek glicyny występuje ugrupowanie atomów:

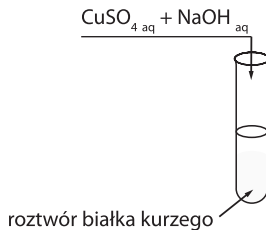


obecne także w biurecie:



Należy sprawdzić, czy np. białko jaja kurzego (podobnie jak biuret) ulega reakcji biuretowej.

Doświadczenie: *Badanie wpływu roztworu CuSO_4 i NaOH na białko jaja kurzego*



Obserwacje: po dodaniu roztworów CuSO_4 i NaOH , roztwór białka jaja kurzego przyjął różowofioletowe zabarwienie.

Wnioski: białko ulega reakcji biuretowej ze względu na obecność połączenia atomów, obecnego także w cząsteczce biuretu. Zatem aminokwasy muszą się ze sobą łączyć poprzez reakcję grupy karboksylowej jednego aminokwasu z grupą aminową drugiego aminokwasu.

N: Połączenie atomów $-\text{CO}-\text{NH}-$ nosi nazwę wiązania peptydowego, powstaje w wyniku łączenia się cząsteczek aminokwasów. Występuje w peptydach i białkach. Białka ulegają reakcji biuretowej ze względu na jego obecność w cząsteczce.

N: Czy glicyna będzie wykazywać czynność optyczną?

U: Czynnością optyczną odznaczają się tylko te związki organiczne, w których cząsteczkach jest centrum chiralności, którym może być asymetryczny atom węgla, otoczony czterema różnymi podstawnikami. W cząsteczce glicyny centralny atom węgla jest połączony z dwoma takimi samymi podstawnikami, a więc glicyna nie wykazuje czynności optycznej.

N: Glicyna jest jedynym aminokwasem białkowym, który nie wykazuje czynności optycznej.

Literatura

1. A. Kirrmann, J. Cantacuzenne, P. Duhamel, Chemia organiczna. Związki wielopodstawione, PWN, Warszawa 1982;
2. A. Bukowska, A. Benedict, K. Lipski, Ćwiczenia z chemii organicznej, PWN, Warszawa 1982;
3. Z. Matysikowa, B. Lenarcik, A. Bujewski, Zbiór doświadczeń z chemii organicznej, WSiP, Warszawa 1975;
4. Z. Matysikowa, R. Piosik, Z. Warnke, Doświadczenia chemiczne dla szkół średnich, WSiP, Warszawa 1982;
5. Pr. zb. pod red. A. Burewicza i H. Gulińskiej, Dydaktyka chemii, WN UAM, Poznań 1993;
6. A. Galska-Krajewska, K. M. Pazdro, Dydaktyka chemii, PWN, Warszawa 1990.

