

---

## 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.

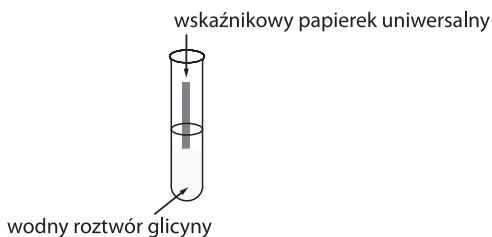
Wniosek: na podstawie stanu skupienia glicyny w temperaturze pokojowej można przypuszczać, że najprawdopodobniej glicyna jest kwasem aminoetanowym.

**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).

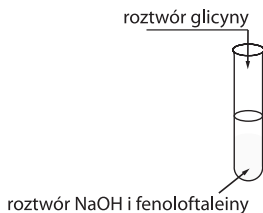
Wnioski: roztwór glicyny ma odczyn obojętny.

**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.

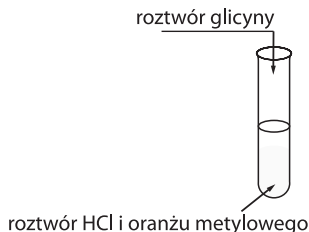
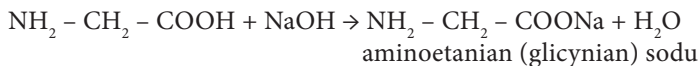
**U:** *Badanie wpływu glicyny na roztwór wodorotlenku sodu i kwas solny*



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.

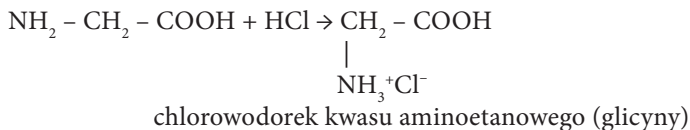
Równanie reakcji:



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

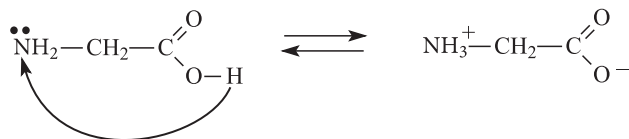
Wnioski: glicyna spowodowała zobojętnienie kwasu solnego.

Równanie reakcji:



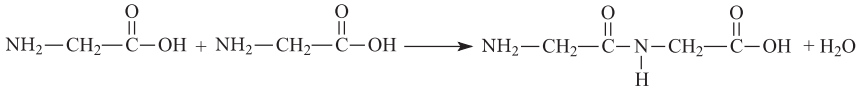
**N:** Pozytywne wyniki przeprowadzonych prób potwierdzają obecność grup: aminowej i karboksylowej. Dlaczego roztwór glicyny wykazuje odczyn obojętny? Dlaczego w roztworze panuje równowaga pomiędzy stężeniem jonów  $\text{H}^+$  i  $\text{OH}^-$ ? Co się może dziać z jonami  $\text{H}^+$  uwalnianymi 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  $\text{H}^+$ , a dysocjacja jonowa grupy aminowej na przyłączeniu kationu  $\text{H}^+$ .



**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.

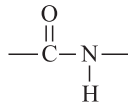


(np. na modelach lub magnesach na tablicy)

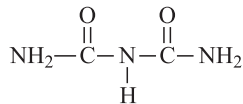
**N:** Być może taki sposób łączenia się aminokwasów, do których należy również glicyna, jest przyczyną powstawania białek. Spróbujcie zaprojektować doświadczenie, przy pomocy którego będzie można sprawdzić sposób łączenia się aminokwasów w łańcuch białka.

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

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

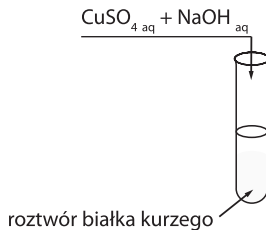


obecne także w biurecie:



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

Doświadczenie: *Badanie wpływu roztworu  $\text{CuSO}_4$  i  $\text{NaOH}$  na białko jaja kurzego*



**O**bserwacje: po dodaniu roztworów  $\text{CuSO}_4$  i  $\text{NaOH}$ , roztwór białka jaja kurzego przyjął różowofioletowe zabarwienie.

**W**nioski: 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.