

W jaki sposób przebiega hydroliza peptydów?

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



## W jaki sposób przebiega hydroliza peptydów?

Przykładem zastosowania hydrolizy peptydów jest degradacja Edmana, czyli metoda automatycznego usuwania z peptydów N-końcowych reszt aminokwasowych. Umożliwia ona określenie sekwencji peptydu, który składa się z maks. dziesięciu reszt aminokwasowych. Aby wyznaczyć sekwencję dużych peptydów i białek, należy najpierw przeprowadzić ich hydrolizę do mniejszych fragmentów. Sekwencje wielu białek są dostępne w bazach danych. Jedną z takich większych jest GenBank.

Źródło: TheDigitalArtist, dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Peptydy to makrocząsteczki, zbudowane z reszt aminokwasowych, które są z kolei połączone wiązaniem peptydowym. W organizmach pełnią funkcje fizjologiczne i biochemiczne, m.in. jako ważne elementy metabolizmu komórkowego, peptydowe hormony, a także jako antybiotyki, toksyny i alkaloidy. Czy można przeprowadzić proces, który w efekcie spowoduje rozerwanie się łańcucha i jego rozpad na aminokwasy? Na czym to polega?

### Twoje cele

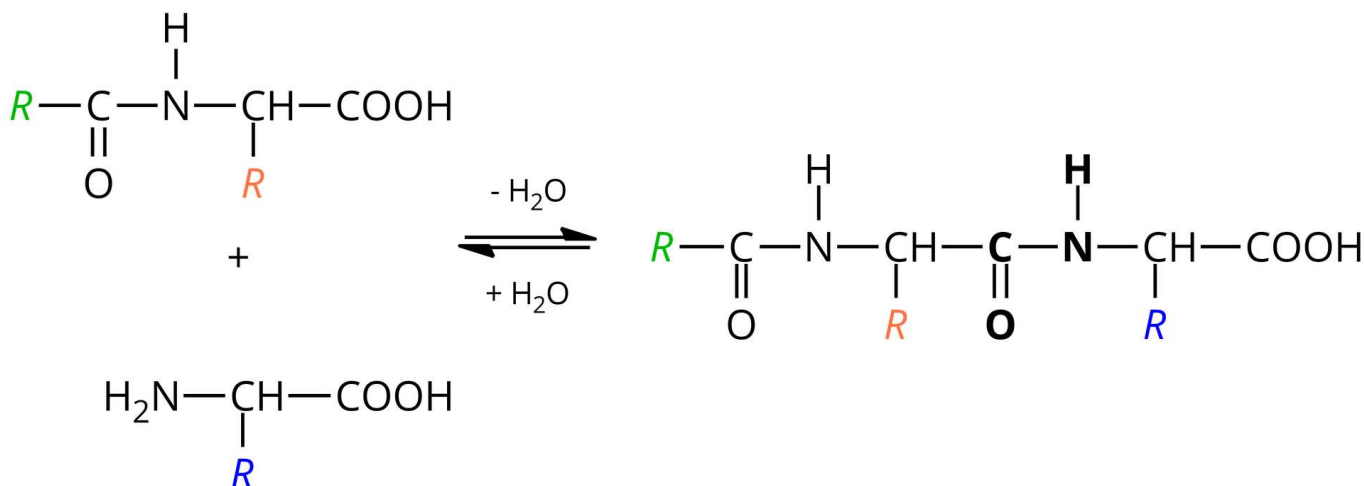
- Opiszysz budowę białek (polipeptydów) jako polimerów kondensacyjnych aminokwasów.
- Wskażesz produkty hydrolizy peptydu o znanym składzie.
- Wyjaśnisz, jak przebiega hydroliza polipeptydów w środowisku kwasowym i zasadowym.
- Zaplanujesz doświadczenia chemiczne z udziałem białek i peptydów (np. hydrolizy).

# Przeczytaj

## Hydroliza peptydów

Peptydy powstają w wyniku reakcji kondensacji, podczas której między grupą  $\alpha$ -karboksylową ( $-\text{COOH}$ ) i grupą  $\alpha$ -aminową ( $-\text{NH}_2$ ) tworzy się połączenie zwane [wiązaniem peptydowym](#). Produktem ubocznym jest cząsteczka wody.

[Hydroliza](#) jest reakcją odwrotną do reakcji kondensacji, czyli polega na rozerwaniu utworzonych wiązań peptydowych i odtworzeniu poszczególnych aminokwasów. Bierze w niej udział woda, której cząsteczki rozpadają się na jony hydroksylowe  $\text{OH}^-$  i jony hydroniowe  $\text{H}_3\text{O}^+$ , a następnie łączą się z uwolnionymi wiązaniami substancji wielocząsteczkowej. Przemiany te można przedstawić uproszczonym schematem:



Schemat kondensacji i hydrolizy peptydów

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

### Ważne!

Peptydy, jak i białka, ulegają hydrolizie w środowisku wodnym i w podwyższonej temperaturze oraz w obecności stężonych kwasów nieorganicznych lub

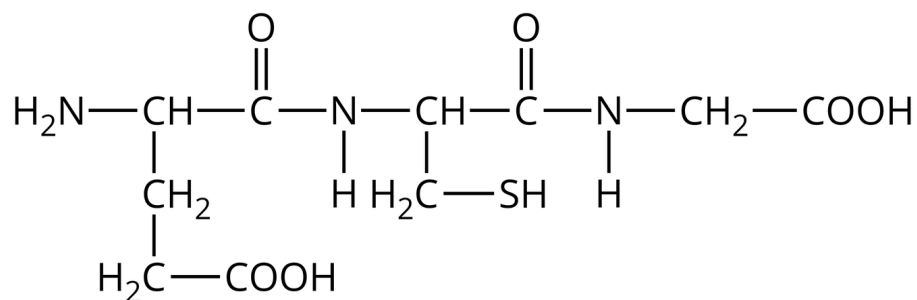
stężonych zasad.

W reakcji tej powstają odpowiednie aminokwasy. Analizując skład otrzymanych produktów hydrolizy, można ustalić, z jakich reszt aminokwasowych składał się dany peptyd.

### Ćwiczenie 1

Przykładem peptydu, którego obecność stwierdzono w większości żywych komórek, jest glutation.

Ile i jakie aminokwasy powstaną w wyniku hydrolizy glutationu? Czy potrafisz zapisać tę reakcję?

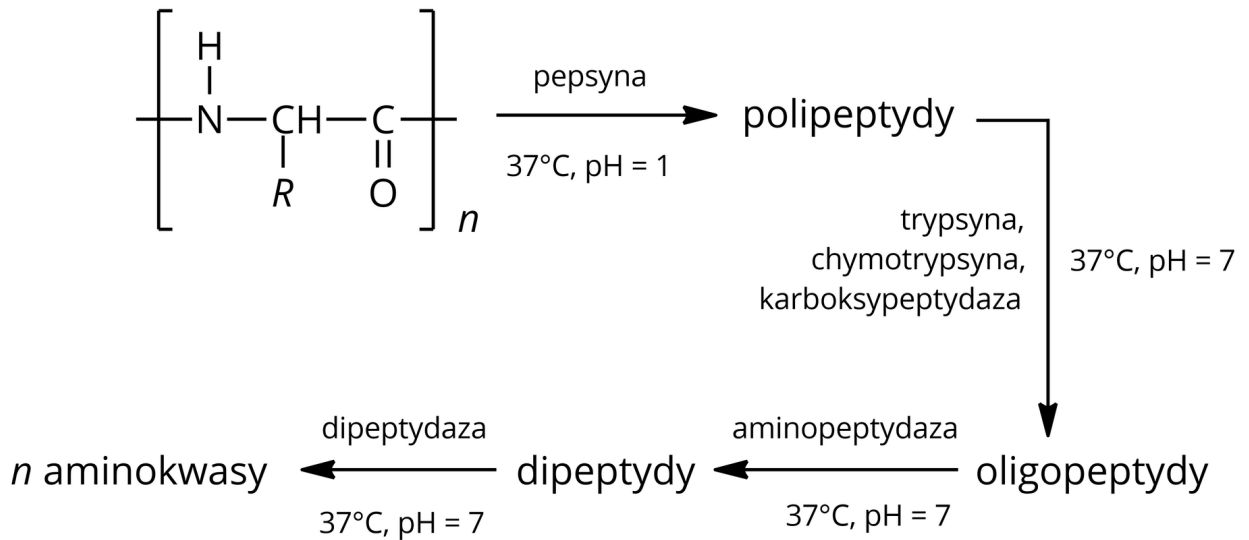


Struktura glutationu

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

## Sposoby przeprowadzania hydrolizy peptydów i białek

Dla zainteresowanych



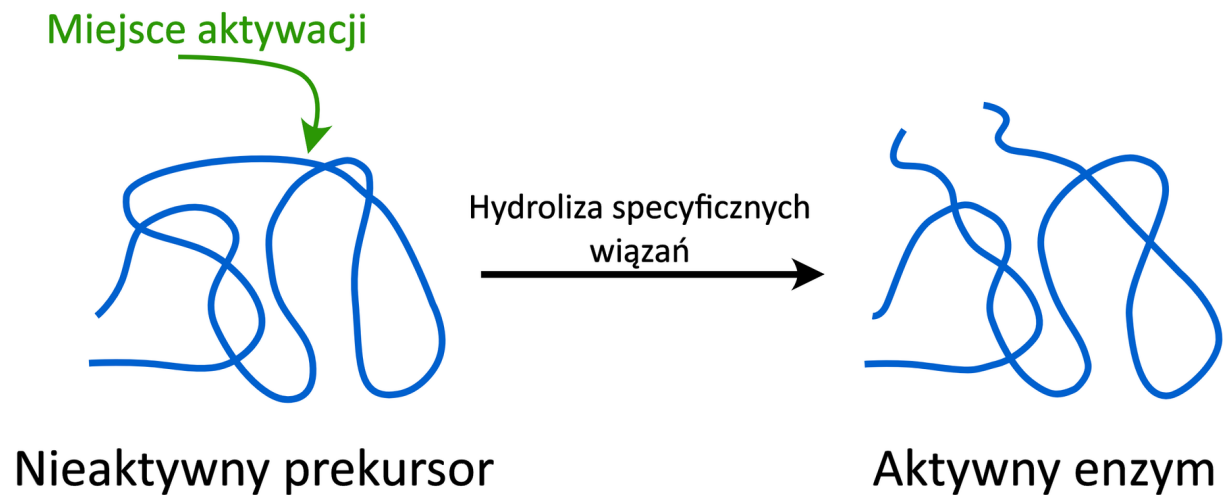
Schemat hydrolizy białek w procesie trawienia

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

W organizmach żywych hydroliza wiązań peptydowych w peptydach katalizowana jest przez [enzymy](#) zwane [proteazami](#) i odgrywa istotną rolę we wszystkich procesach fizjologicznych. Jest to reakcja nieodwracalna, regulowana na wielu poziomach (przez ekspresję genów kodujących proteazy oraz kontrolę aktywności proteaz wewnątrz i na zewnątrz komórek).

Proteoliza, zachodząca poza komórką (zewnątrzkomórkowa), jest często kontrolowana przez wyspecjalizowane białka inhibitorowe, które wiążą się z proteazami i blokują ich aktywność. Na przykład inhibitory proteaz stanowią 10% wszystkich białek w surowicy ssaków.

## Ciekawostka



Aktywacja enzymu poprzez hydrolizę specyficznych wiązań

Źródło: GroMar Sp. z o.o., dostępny w internecie: Na podstawie: <http://scholaris.pl/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Uproszczony schemat przedstawia aktywację nieaktywnego prekursora enzymu poprzez hydrolizę specyficznych wiązań peptydowych w obrębie katalizatora. Jest to sposób aktywacji charakterystyczny dla niektórych enzymów, np. trypsyny.

## Słownik

### wiązanie peptydowe

charakterystyczne ugrupowanie, które powstaje w reakcji kondensacji aminokwasów

### struktura pierwszorzędowa białka

liniowa sekwencja kolejnych aminokwasów połączonych wiązaniami peptydowymi

### hydroliza peptydów

rozerwanie łańcucha polipeptydowego na poszczególne aminokwasy

### enzymy

(z gr. *ἔνζυμον*, od *ἐν en* „w” i *ζύμη dzýmē* „zaczyn, (za)kwas”) wielkocząsteczkowe, w większości białkowe, katalizatory, które przyspieszają specyficzne reakcje

chemiczne poprzez obniżenie ich energii aktywacji

### **proteazy**

podklasa enzymów z klasy hydrolaz katalizująca proteolizę, czyli hydrolizę wiązań peptydowych

### **proteoliza**

rozkład wiązania peptydowego z udziałem proteaz; w efekcie z białek powstają peptydy i aminokwasy; proteoliza jest jednym z procesów zachodzących podczas trawienia

## **Bibliografia**

Banaszkiewicz S., *Zbiór zadań, Chemia organiczna*, Warszawa 2004, s. 82-89.

Czerwińska A., Jelińska-Kazimierczuk M., Kuśmierczyk K., *Chemia 2*, Warszawa 2003, s. 284-327.

Jakubke H-D., Jeschkeit H., *Aminokwasy, peptydy, białka*, Warszawa 1989.

Żak I., *Polipeptydy i białka*, [w:] *Chemia medyczna*, pod red. Iwony Żak, Katowice 2001, s. 244-274.

# Audiobook

---

## Polecenie 1

Zapoznaj się z audiobookiem oraz odpowiedz na pytania.

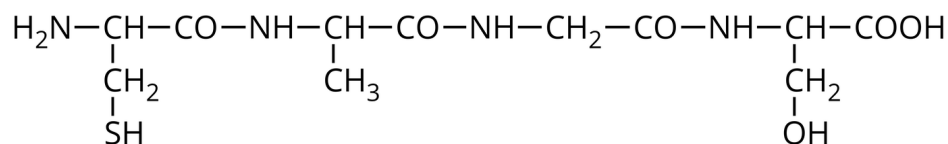
Audiobook pt. „*W jaki sposób przebiega hydroliza peptydów?*”

Źródło: Barbara Rolka oprac. na podst. Red. A. Polanowski, *Laboratorium z biochemii dla studentów biologii, biotechnologii i ochrony środowiska*, Wyd. II.

P. Brodalka, K. Felisiak, M. Szymczak, *Hydrolizaty białkowe jako źródło biologicznie aktywnych peptydów – otrzymywanie i zastosowanie w przemyśle spożywczym*, „Kosmos” 2018, nr 4, t.67, 889-894, GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 1

Poniżej przedstawiono wzór pewnego peptydu.



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

## Ćwiczenie 2

### Ćwiczenie 3

Pewien tripeptyd, którego wzór można zapisać z użyciem symboli trzyliterowych jako Phe-Ala-Gly, poddano całkowitej hydrolizie enzymatycznej w celu wydzielenia z układu fenyloalaniny.

Oblicz, ile gramów fenyloalaniny powstanie w wyniku całkowitej hydrolizy 1 kg opisanego tripeptydu. Wynik podaj w gramach z dokładnością do jedności.

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Który z wymienionych niżej procesów prowadzi do powstania aminokwasów?

hydroliza amidów

koagulacja białka

denaturacja białka

hydroliza białka

## Ćwiczenie 2



W wyniku hydrolizy związku powstają dwie cząsteczki glicyny i jedna alaniny. Jak mogła wyglądać pierwszorzędowa struktura tego tripeptydu?

Gly-Ala-Gly

Gly-Gly-Ala

Ala-Gly-Gly

Wszystkie odpowiedzi są poprawne.

### Ćwiczenie 3



Mając do dyspozycji glicynę (Gly, kwas aminooctowy) i serynę (Ser, kwas (S)-2-amino-3-hydroksypropanowy), zaproponuj cztery różne dipeptydy. Odpowiedź zapisz za pomocą trzyliterowych kodów aminokwasów.

Odpowiedź:

### Ćwiczenie 4



W wyniku hydrolizy dipeptydu otrzymano mieszaninę alaniny i glicyny. Czy można wskazać jeden konkretny dipeptyd, który poddano hydrolizie? Odpowiedz i uzasadnij, pisząc wzory trzyliterowe oraz pełne wzory strukturalne.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 5



Zaklasyfikuj odpowiednio reakcję hydrolizy peptydów. Dokończ poniższe stwierdzenie.

Reakcja hydrolizy przebiega między wodą a rozpuszczoną w niej substancją. W jej wyniku powstają nowe związki chemiczne. Jest to .

reakcja wymiany

reakcja podwójnej zamiany

reakcja podwójnej wymiany

## Ćwiczenie 6



Odpowiedz, które struktury białek ulegają zniszczeniu podczas denaturacji, a które podczas hydrolizy.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 7



Po hydrolizie 1 mola peptydu masa otrzymanych aminokwasów była o 72 g większa od masy peptydu. Z ilu aminokwasów składał się ten peptyd? Odpowiedz i uzasadnij.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 8



Dziennik jednej ze studentek, prowadzącej badania białek, uległ zalaniu. Czy potrafisz zrekonstruować jego treść? Zapoznaj się z fragmentem raportu z badań laboratoryjnych i uzupełnij brakujące słowa.

Hydrolizę prowadziłam w dwóch porcjach z wyżej wymienionymi ilościami odtłuszczonego surowca, przy użyciu technicznego kwasu solnego (ciężar właściwy 1,14-28%). Na 100 g piór stosowałam 300 cm<sup>3</sup> kwasu. Na jedną z nich użyłam 1125 cm<sup>3</sup> kwasu. Kolby ogrzewałam na łaźni piaskowej, pod chłodnicą zwrotną, w temperaturze łagodnego wrzenia (temperatura reakcji 108-110°C). Przebieg hydrolizy kontrolowałam  na obecność białka.

Z kolby reakcyjnej do próbki pobierałam za pomocą pipetki około 3 cm<sup>3</sup> hydrolizatu. Do przesączonej próbki cieczy dodałam równą objętość 10% wodnego roztworu  i kilka kropel 1% wodnego roztworu siarczanu miedzi. Pojawienie się  barwy świadczyło o nieukończonym jeszcze procesie hydrolizy (obecność wiązań peptydowych w białkach). Hydrolizę uważałam za ukończoną, gdy badana próbka dawała  reakcję biuretową. Czas hydrolizy wynosił ok. czterech godzin.

niebieskiej

reakcją biuretową

dodatnią

tlenku sodu

różowej

wodorotlenku sodu

reakcją ksantoproteinową

żółtej

czerwono-fioletowej

wodorotlenku azotu

ujemną

Zródło: Sokołowska J., *Badania nad poprawą wydajności cystyny i tyrozyny przez korektę niektórych parametrów procesu kwaśnej hydrolizy keratyn*, UMCS, 1963.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Anna Florek, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** W jaki sposób przebiega hydroliza peptydów?

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

### Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Uczeń:

11) opisuje przebieg hydrolizy peptydów, rysuje wzory półstrukturalne (grupowe) aminokwasów powstających w procesie hydrolizy peptydu o danej strukturze.

Zakres rozszerzony

XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Uczeń:

15) opisuje przebieg hydrolizy peptydów, rysuje wzory półstrukturalne (grupowe) aminokwasów powstających w procesie hydrolizy peptydu o danej strukturze.

### 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:**

- opisuje budowę białek (polipeptydów), jako polimerów kondensacyjnych aminokwasów;
- wyjaśnia, jak przebiega hydroliza polipeptydów w środowisku kwasowym i zasadowym;

- przewiduje produkty hydrolizy peptydu o znanym składzie;
- zaplanuje doświadczenia chemiczne z udziałem białek i peptydów (np. hydrolizy).

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna.

### **Metody i techniki nauczania:**

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- audiobook;
- technika termometr.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- 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 zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Przypomnienie wiadomości na temat kondensacji: co to jest za proces, jakie produkty powstają w jego wyniku, przykład reakcji kondensacji z równaniem na tablicy.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Na czym polega hydroliza peptydów?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i załączają w portfolio.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej treść ćwiczenia 1 zawartego w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”. Uczniowie indywidualnie zastanawiają się nad rozwiązaniem polecenia. Po wyznaczonym czasie chętny uczeń podchodzi do tablicy

zapisuje równanie reakcji hydrolizy glutationu. Nauczyciel i pozostali uczniowie weryfikują poprawność zapisu na tablicy.

2. Uczniowie wyszukują informacji na temat sposobów przeprowadzania hydrolizy peptydów i białek – mogą korzystać z dostępnych źródeł informacji, w tym z e-materiału. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie omawiają poszczególne sposoby przeprowadzania hydrolizy peptydów i białek.
3. Uczniowie ćwiczą na tablicy zapisywanie równań reakcji hydrolizy prostych peptydów.
4. Praca z audiobookiem w parach. Uczniowie zapoznają się z poleceniem, po czym wykonują zawarte w medium ćwiczenia. Po wyznaczonym czasie chętne pary proponują na forum swoje rozwiązania. Pozostali uczniowie mogą włączać się do dyskusji. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów.
5. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 3-8 zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” – od najprostszych do najtrudniejszych. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają odpowiedzi, a pozostali uczniowie wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Prowadzący zapowiada uczniom, że w kolejnym kroku będą rozwiązywać ćwiczenia nr 1 i 2 z sekcji „Sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

### **Faza podsumowująca:**

1. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. Jeżeli ze skali będzie wynikał niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?

### **Praca domowa:**

1. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w zestawie ćwiczeń, których nie zdążyli wykonać podczas lekcji.

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

Audiobook może być zastosowany przez nauczyciela w ramach metody lekcji odwróconej. Uczniowie medium mogą wykorzystać podczas przygotowywania się do lekcji czy pracy kontrolnej, a uczniowie nieobecni na lekcji do samokształcenia celem uzupełnienia luk kompetencyjnych.

### **Materiały pomocnicze:**

Nauczyciel przygotowuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów oraz cenki dla uczniów.