

## Jak przebiega reakcja redoks na poziomie mikroświata

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





## Jak przebiega reakcja redoks na poziomie mikroświata

Pozostawione na powietrzu metalowe części pokrywają się rdzą w wyniku utlenienia powierzchni metalu tlenem i innymi związkami obecnymi w powietrzu.

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

Czy zastanawiałeś się kiedyś, dlaczego pozostawione na powietrzu metalowe części pokrywają się rdzą? Dlaczego miedziane dachy stają się zielone lub czarne? Wynika to z utlenienia powierzchni metalu tlenem i innymi związkami obecnymi w powietrzu. Zachodząca w tym przypadku reakcja należy do reakcji utleniania-redukcji zwanej inaczej reakcją redoks. W tej części dowiesz się, jak przebiegają reakcje redoks na poziomie mikroświata.

### Twoje cele

- Opiszysz przebieg reakcji redoks na poziomie mikroświata.
- Omówisz rolę utleniacza oraz reduktora w reakcjach redoks.
- Porównasz procesy utleniania i redukcji zachodzące na poziomie mikroświata.

# Przeczytaj

## Czym są reakcje utleniania-redukcji?

Reakcje utleniania-redukcji zwane inaczej reakcjami redoks są to reakcje chemiczne, w których zmienia się **stopień utlenienia**. W tego typu reakcji chemicznej równocześnie zachodzą procesy utleniania oraz redukcji.

**Ważne!**

**Utlenianie** polega na oddawaniu elektronów przez atomy lub jony pierwiastka, w wyniku czego jego stopień utlenienia zwiększa się.

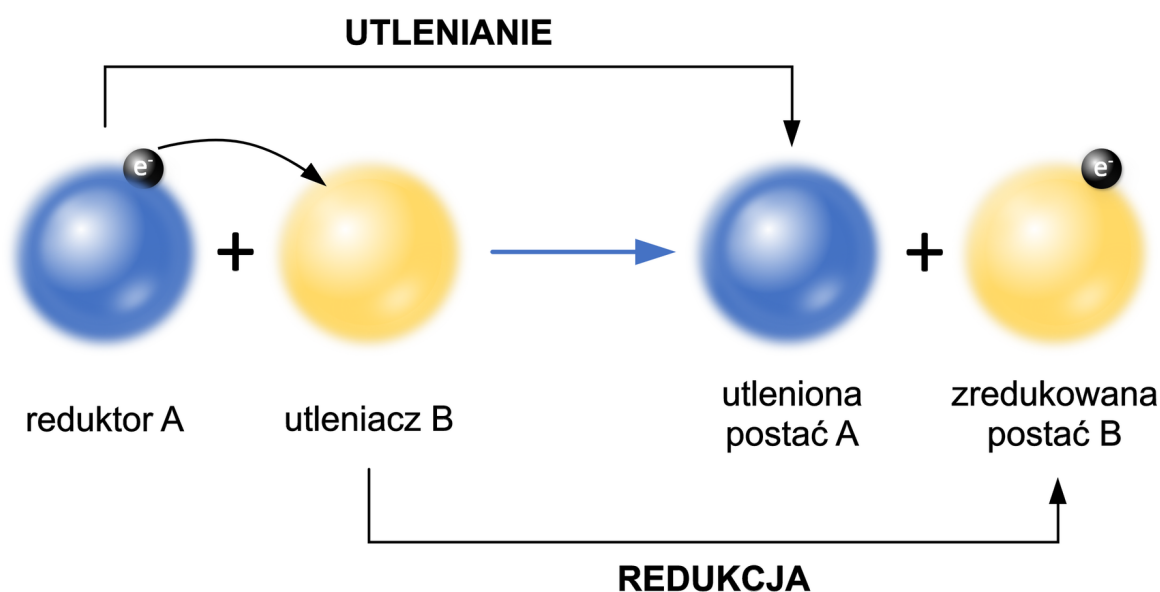
**Redukcja** polega na przyjmowaniu elektronów przez atomy lub jony pierwiastka, w wyniku czego jego stopień utlenienia zmniejsza się.

**W reakcjach redoks wyróżnia się dwa indywidua biorące udział w reakcji:**

**Ważne!**

Aby zaszła reakcja redoks, wymagana jest obecność utleniacza oraz reduktora.

Reakcje typu redoks będą z przeniesieniem elektronu:



Schematyczne przedstawienie reakcji redoks

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

Reduktor A jest dawcą elektronu. Oddaje on swój elektron utleniaczowi B, w wyniku czego utlenia się do utlenionej postaci A (utrata elektronu). Utleniacz B przyjmuje elektron od reduktora A, w wyniku czego redukuje się do zredukowanej postaci B (przyjęcie elektronu).

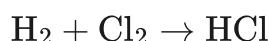
## Omówmy przebieg reakcji redoks na przykładzie

### Przykład 1

Zapisz równanie reakcji syntezy chlorowodoru z gazowych pierwiastków. Określ który z pierwiastków pełni rolę utleniacza, a który reduktora. Zapisz reakcje utleniania oraz redukcji.

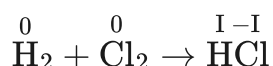
### Rozwiązanie

Zapiszmy równanie reakcji.



Wiedząc, że powyższa reakcja jest reakcją typu redoks, należy określić stopnie utlenienia pierwiastków po stronie substratów oraz produktów:

### Substraty:



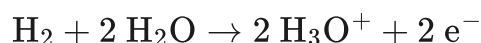
- $\text{H}_2$  – pierwiastek w stanie wolnym, stopień utlenienia = 0
- $\text{Cl}_2$  – pierwiastek w stanie wolnym, stopień utlenienia = 0

### Produkty:

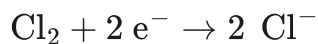
- H w HCl +I stopień utlenienia
- Cl w HCl -I stopień utlenienia

Porównując prawą oraz lewą stronę równania możemy zauważyć, że wodór zwiększa swój stopień utlenienia, więc pełni w tej reakcji rolę reduktora. Chlor natomiast zmniejsza swój stopień utlenienia, więc pełni funkcję utleniacza.

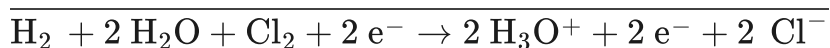
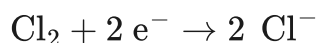
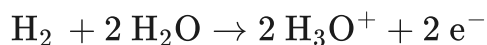
### Zapiszmy reakcję utleniania:



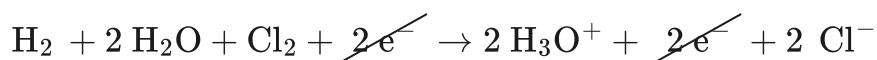
### Zapiszmy reakcję redukcji:



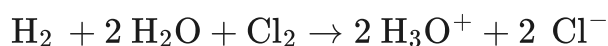
W następnym kroku sprawdzamy, czy liczba elektronów w procesie redukcji i utleniania jest taka sama. Jak możemy zauważyć, liczba elektronów w reakcji utleniania i redukcji jest taka sama. Możemy teraz zsumować te dwa równania:



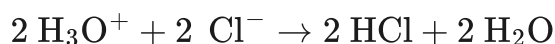
Możemy zauważyć, że elektrony powtarzają się po prawej i lewej stronie równania, dlatego możemy je uprościć:



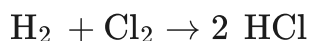
**Otrzymujemy:**



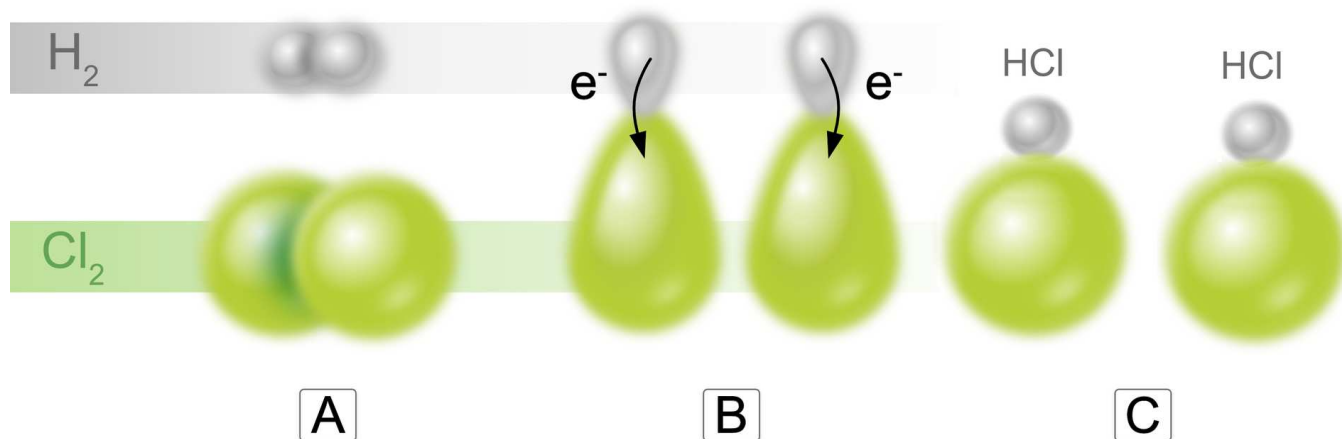
**Ponadto wiemy, że:**



**Dlatego otrzymujemy:**



Graficznie przedstawiając powyższą syntezę możemy zauważyć, że każdy atom wodoru oddaje jeden elektron dla każdego atomu chloru. W wyniku czego powstają dwie cząsteczki HCl.



Graficzne przedstawienie reakcji syntezy HCl, gdzie:

A – dwa indywidua wchodzące w reakcję. Początkowy stopień utlenienia pierwiastków – 0,

B – przeniesienie elektronów z jednego indywiduum na drugie,

C – finalny produkt reakcji.

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

## Podsumowanie

Podsumowując, w reakcjach typu redoks równocześnie zachodzą dwa procesy – utlenianie i redukcja. W reakcji utleniania reduktor jest utleniany – czyli zwiększa swój stopień utlenienia oddając elektrony. W reakcji redukcji utleniacz jest redukowany – czyli zmniejsza swój stopień utlenienia przyjmując elektrony.

## Słownik

### stopień utlenienia

formalna wartość ładunku atomu w związku chemicznym przy założeniu, że wszystkie wiązania chemiczne w danej cząsteczce mają charakter wiązań jonowych

### redukcja

proces, w trakcie którego atom lub ich grupa przechodzi z wyższego stopnia utlenienia na niższy

### utlenianie

reakcja chemiczna, w której atom przechodzi z niższego stopnia utlenienia na wyższy

## Bibliografia

Bielański A., *Podstawy Chemii nieorganicznej*, t. 1-2, Warszawa 2010.

Encyklopedia PWN

Greenwood N. N., Earnshaw A., *Chemistry of the Elements*, 2nd Edition, Oksford 1997, s. 730, 806-808, 900.

Trzebiatowski W., *Chemia nieorganiczna*, Warszawa 1978, wyd. 8.



# Audiobook

---

## Polecenie 1

Czy wiesz, czym różni się utleniacz od reduktora? Zapoznaj się z nagraniem i odpowiedz na pytania.

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/Pnz8wH3D5>

---

## Kiedy mówimy o utleniaczu, a kiedy o reduktorze?

Dawniej reakcjami utleniania nazywano reakcje, w wyniku których do zadanego indywiduum dołączała się cząsteczka tlenu, a reakcjami redukcji nazywano te, w wyniku których z cząsteczki ubywał gazowy tlen. Obecnie reakcje redoks (reakcje utleniania-redukcji) nie zawsze wiążą się z reakcjami, gdzie jednym z reagentów jest tlen. W reakcjach redoks następstwem reakcji połówkowej utleniania jest reakcja połówkowa redukcji, a następstwem reakcji połówkowej redukcji jest reakcja połówkowa utleniania. W związku z tym następują zmiany stopnia utlenienia w substratach oraz w produktach.

Następstwem reakcji utleniania jest zwiększanie się stopnia utlenienia reduktora, a w przypadku reakcji redukcji obserwujemy zmniejszanie się stopnia utlenienia utleniacza. Kiedy mamy do czynienia z reduktorem, a kiedy z utleniaczem?

Utleniaczem nazywamy indywiduum – jon, atom lub cząsteczkę – które wykazuje się dużym powinowactwem do przyjmowania ujemnie naładowanych elektronów, zmniejszając tym samym swój stopień utlenienia. Rolę utleniacza pełnią zazwyczaj indywidua, w których pierwiastki występują na wysokich stopniach utlenienia. Wraz ze wzrostem stopnia utlenienia pierwiastek traci kolejne elektrony, a co za tym idzie – zmniejsza się promień jonowy pierwiastka. Indywidua ubogie w elektrony, w wyniku reakcji chemicznych „chętnie” przyjmują elektrony. Ponadto do utleniaczy należą również pierwiastki dążące do oktetu elektronowego – takie jak przedstawiciele 17. grupy układu okresowego, np. fluor, chlor, brom czy jod. Do najpopularniejszych utleniaczy należy fluor  $F_2$ , tlen  $O_2$ , ozon  $O_3$  i chlor  $Cl_2$ . Równie popularne są kwasy utleniające – np. kwas azotowy(V), kwas siarkowy(VI) czy kwas chlorowy(VII), czyli kwasy, w których kwasotwórczy atom jest na najwyższym stopniu utlenienia. Popularnym utleniaczem jest również anion manganianowy(VII)  $MnO_4^-$  oraz chromian(VI)  $CrO_4^{2-}$ .

Reduktorem nazywamy indywiduum – jon, atom lub cząsteczkę – które jest donorem ujemnie naładowanych elektronów, zwiększającym przy tym swój stopień utlenienia. Reduktorami są substancje występujące na jednym z niższych możliwych stopni utlenienia. Jednymi z najlepszych reduktorów są metale grupy pierwszej i drugiej – metale aktywne. Wynika to z niskiej wartości energii jonizacji oraz niskiej elektroujemności. Powszechnie stosowanymi reduktorami są wodorki metali, takie jak np. wodorek sodu NaH czy tetrahydroglinian litu  $\text{LiAlH}_4$ , które zawierają ujemnie naładowany jon  $\text{H}^-$ .

Jeśli zna się powyższe zasady, to, spoglądając na indywiduum chemiczne, możemy określić jego właściwości redukująco-utleniające. Funkcję utleniaczy pełnią związki, w których pierwiastki w indywiduach występują na wysokich stopniach utlenienia. Najlepsze reduktory możemy znaleźć w lewym dolnym rogu układu okresowego. Idąc w prawą stronę wzrastają właściwości utleniające pierwiastków.

---

Audiobook pt. „Kiedy mówimy o utleniaczu, a kiedy o reduktorze?”

Źródło: Na podstawie:

Atkins P., Jones L., Laverman L., *Chemical Principles*, 7th Edition, New York 2016.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2012.

Pettrucci R. H., *General Chemistry: Principles and Modern Applications*, 9th edition, California 2007., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, który z poniższych indywiduów jest najsilniejszym utleniaczem. Odpowiedź uzasadnij.



**Odpowiedź:**



## Ćwiczenie 2

Uszereguj poniższe indywidua w kolejności od najmocniejszego do naj słabszego reduktora.

Zn



Au



H<sub>2</sub>



HF



H<sup>-</sup>



Cl<sup>-</sup>



## Ćwiczenie 3

Uszereguj poniższe indywidua wraz ze wzrastającymi właściwościami utleniającymi.

K<sup>+</sup>



O<sub>2</sub>



Zn<sup>2+</sup>



MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>



H<sup>+</sup>



Cr<sup>3+</sup>



# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wstaw w tekst odpowiednie słowa.

W reakcjach typu redoks dochodzi do zmiany . Procesowi  towarzyszy zwiększenie stopnia utlenienia. Towarzyszy temu  liczby elektronów.

wzrost

równowagi

stopnia utlenienia

spadek

redukcji

utleniania

## Ćwiczenie 2



Wybierz poprawne twierdzenia dotyczące utleniacza.

Przyjmuje elektrony <input type="radio"/>	Oddaje elektrony <input type="radio"/>
Stopień utlenienia pierwiastka chemicznego się zwiększa <input type="radio"/>	Stopień utlenienia pierwiastka chemicznego się zmniejsza <input type="radio"/>
Ulega utlenianiu <input type="radio"/>	Ulega redukcji <input type="radio"/>

## Ćwiczenie 3



Wybierz poprawne twierdzenia dotyczące reduktora.

Przyjmuje elektrony <input type="radio"/>	Oddaje elektrony <input type="radio"/>
Stopień utlenienia pierwiastka chemicznego się zwiększa <input type="radio"/>	Stopień utlenienia pierwiastka chemicznego się zmniejsza <input type="radio"/>
Ulega utlenianiu <input type="radio"/>	Ulega redukcji <input type="radio"/>

## Ćwiczenie 4



Oceń, czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W reakcji spalania siarki w tlenie, siarka pełni funkcję utleniacza.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W syntezie bromku sodu z pierwiastków sól ulega reakcji utlenienia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reakcja spalania węgla w tlenie nie jest reakcją redoks.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 5



Spośród poniższych reakcji wybierz reakcje redoks.

wytrącanie jodku ołowiu(II) z roztworu jodku potasu azotanem(V) ołowiu(II)

hydroliza maślanu butylu (butynianu n-butylu)

spalanie węgla w tlenie

zobojętnianie kwasu siarkowego(VI) wodorotlenkiem sodu

## Ćwiczenie 6



Wyjaśnij jak zmieniają się właściwości utleniająco-redukujące wraz ze wzrostem stopnia utlenienia pierwiastka.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 7



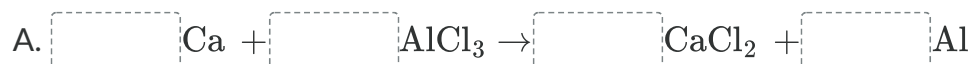
Które z podanych indywiduów będzie silniejszym reduktorem: Na czy Au? Odpowiedz i uzasadnij.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 8



Dobierz współczynniki w poniższych reakcjach redoks (nie zostawiaj pustych pól). Zapisz równania reakcji utleniania oraz redukcji. Określ, który z pierwiastków pełni funkcję utleniacza, a który reduktora.



- Reduktor:
- Utleniacz:



- Reduktor:
- Utleniacz:

3  2  3  S  5  H  2  6  O  4  6  Al  Ca  2  Br  4  3  
 5  Cl

**Bilans reakcji redoks:**

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.



## Ćwiczenie 9



Które spośród podanych indywidualów będzie silniejszym utleniaczem:  $\text{H}_2\text{S}$  czy  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

Odpowiedz i uzasadnij.

**Odpowiedź:**

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

**Temat:** Jak przebiega reakcja redoks na poziomie mikroświata

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

## Podstawa programowa

Zakres podstawowy

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

2) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji.

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

2) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji.

## 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:**

- przedstawia reakcję redoks na poziomie mikroświata;
- wyjaśnia rolę utleniacza oraz reduktora w reakcjach redoks;
- porównuje procesy utleniania i redukcji zachodzące na poziomie mikroświata.

## Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

## Metody i techniki nauczania:

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

### **Formy pracy:**

- praca zbiorowa;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda, pisak;
- aplikacja Kahoot! lub Quizizz.

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału. Następnie zadaje uczniom pytanie: „Co jest przedstawione na zdjęciu”? Dyskutuje z uczniami o rdzy pod kątem chemicznym.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się wyjaśnić, na czym polegają reakcje redox.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel odwołuje uczniów do audiobooka przedstawiającego modelowe ujęcie reakcji redoks na poziomie mikroświata na wybranym przykładzie. Uczniowie w parach układają pytania dotyczące treści audiobooka, głośno na forum odczytują je pojedynczo, a pozostali uczniowie udzielają odpowiedzi. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów.
2. Uczniowie samodzielnie wykonują polecenia zawarte w medium bazowym e-materiału, po czym z kolegą z ławki ustalają poprawność odpowiedzi.
3. Uczniowie analizują treści zawarte w e-materiale dotyczące reakcji redox. Następnie chętny uczeń podchodzi do tablicy i zapisuje równanie reakcji redox w przypadku żelaza z tlenem. Omawia reakcję utleniania i redukcji oraz rolę utleniacza i reduktora

w reakcjach redoks. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną zapisów na tablicy oraz wypowiedzi ucznia.

4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w zakładce „Sprawdź się”.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania lub może stworzyć quiz z wykorzystaniem aplikacji Kahoot! lub Quizizz z zastosowaniem smartfonów/tabletów: Na czym polega reakcja redox? Wyjaśnij pojęcia: redukcja, utlenianie, reduktor, utleniacz, stopień utlenienia. Jaką funkcję pełni siarka w reakcji jej spalania w tlenie? Który z pierwiastków pełni funkcję utleniacza, a który reduktora podczas pokrywania się miedzianego dachu czarnym nalotem tlenku miedzi(II)?
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 nauczyłam/łem...
  - Co sprawiało mi trudność...

### **Praca domowa:**

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

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

Audiobook może być wykorzystany w trakcie lekcji oraz jako pomoc przy odrabianiu zadania domowego. Z medium mogą skorzystać uczniowie nieobecni na lekcji celem nadrobienia luk kompetencyjnych.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
  - Na czym polega reakcja redox?
  - Wyjaśnij pojęcia: redukcja, utlenianie, reduktor, utleniacz, stopień utlenienia.
  - Jaką funkcję pełni siarka w reakcji jej spalania w tlenie?
  - Który z pierwiastków pełni funkcję utleniacza, a który reduktora podczas pokrywania się miedzianego dachu czarnym nalotem tlenku miedzi(II)?