



W jaki sposób miedź reaguje z tlenem?

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



## W jaki sposób miedź reaguje z tlenem?

Miedziane dachy z czasem pokrywają się czarnym nalotem tlenku miedzi(II).  
Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

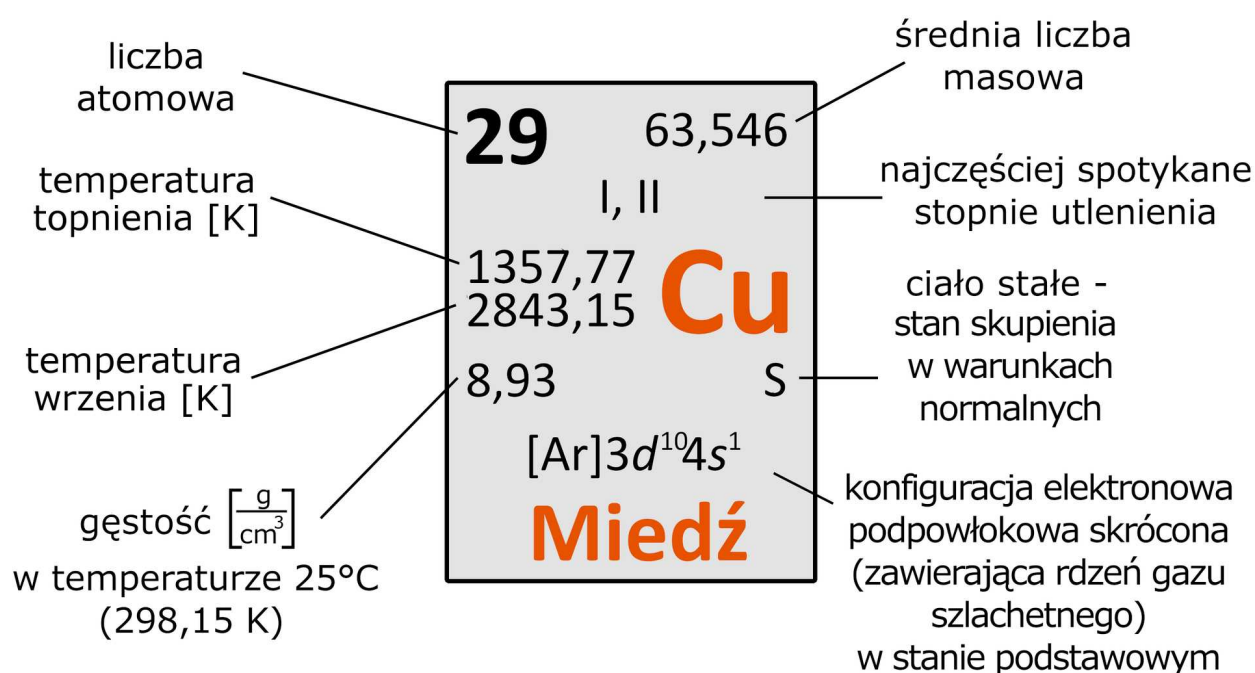
Miedź jest metalem o charakterystycznej pomarańczowej barwie. Ze względu na dobre przewodnictwo cieplne oraz elektryczne, znajduje szereg zastosowań w energetyce i budownictwie. Dzięki odporności na działanie wody, od wieków była wykorzystywana do konstrukcji pokryć dachowych. Czy zastanawiasz się czasami, dlaczego miedziane dachy z czasem tracą swój charakterystyczny kolor? Na to pytanie znajdziesz odpowiedź w tym materiale.

### Twoje cele

- Przeanalizujesz przebieg reakcji miedzi z tlenem.
- Zastanowisz się, jak ilość tlenu wpływa na przebieg reakcji chemicznej miedzi z tlenem.
- Korzystając z metody bilansu elektronowego, dobierzesz współczynniki w równaniu reakcji spalania miedzi w tlenie.
- Uzasadnisz, dlaczego reakcja miedzi z tlenem to reakcja typu redoks.

# Przeczytaj

## Charakterystyka miedzi



### Miedź

Źródło: GroMar Sp. z o. o. na podstawie Mizerski W., *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2008, licencja: CC BY-SA 3.0.

Miedź w stanie wolnym ma jest ciałem stałym o charakterystycznej pomarańczowoczerwoną barwie. Jest metalem o liczbie atomowej 29. Znajduje się w bloku *d* i 11. grupie układu okresowego. Podobnie jak dla innych metali tej grupy, także i dla miedzi występuje zjawisko promocji elektronowej. Wówczas w stanie podstawowym jeden z elektronów zamiast obsadzać podpowłokę 4*s*, znajduje się na podpowłoczce 3*d*, co okazuje się bardziej korzystne energetycznie. Podpowłoka 4*s* pozostaje zatem obsadzona przez jeden niesparowany elektron.

Miedź, ze względu na obecność elektronu niesparowanego na najdalej położonej od jądra powłoczce czwartej (a konkretnie na podpowłoczce 4*s*), wykazuje się bardzo dobrym

przewodnictwem elektrycznym – lepsze przewodnictwo wykazuje jedynie srebro. Takie usytuowanie wspomnianego elektronu sprawia, że jest on słabo przyciągany przez jądro i może łatwo przemieszczać się w sieci krystalicznej metalu po przyłożeniu zewnętrznego źródła napięcia.

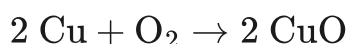
Miedź jest w stanie tworzyć jony  $\text{Cu}^+$  poprzez oderwanie elektronu z orbitalu  $4s$ , ale także  $\text{Cu}^{2+}$ , kiedy oprócz elektronu podpowłoki  $4s$  zostanie dodatkowo oderwany jeden z elektronów podpowłoki  $3d$ . Związki miedzi, które zawierają jony  $\text{Cu}^{2+}$ , są trwałe i wykazują zwykle barwę zieloną lub niebieską, natomiast związki miedzi posiadające jon  $\text{Cu}^+$  zwykle nie barwią roztworu. Duża część związków z tym jonem jest nietrwała, chociażby ze względu na zachodzący z udziałem jonów miedzi(I) samoistny proces dysproporcjonowania:



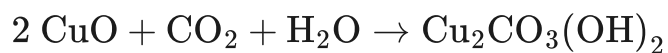
Poza tym omawiany metal ma dodatni potencjał standardowy – tzn. nie reaguje z kwasami o słabych właściwościach utleniających, ale tylko z kwasami utleniającymi.

## Reakcje miedzi z tlenem

Pozostawiona na powietrzu miedź nie reaguje z tlenem. Jednak obecność wilgoci i zawartość tlenków siarki, tlenków węgla, tlenków azotu oraz wody sprawia, że miedziane dachy czy rzeźby zaczynają ulegać pasywacji. Przedmioty te pokrywają się warstewką tlenku miedzi(II) o charakterystycznym czarnym zabarwieniu.



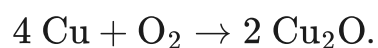
Z czasem czarny kolor zaczyna przechodzić w jasnozielony – [patynę](#). Tlenek miedzi(II) reaguje z tlenkami kwasowymi, tworząc odpowiednie sole miedzi(II) o charakterystycznym zabarwieniu, np. w reakcji z tlenkiem węgla(IV).



Pokryte patyną miedziane rzeźby

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

W warunkach laboratoryjnych tlenki miedzi są otrzymywane poprzez ogrzewanie miedzi do czerwoności w płomieniu palnika (powyżej 300 °C). Przy niedomiarze tlenu powstaje tlenek miedzi(I):

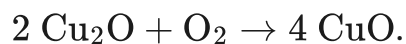


Tlenek miedzi(I) ma charakterystyczne pomarańczowoczerwone zabarwienie, które możesz kojarzyć z tzw. próby Trommera, która bada właściwości redukujące związków organicznych.



Charakterystyczne zabarwienie tlenku miedzi(I) przedstawia trzecia fotografia.

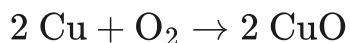
Przy dalszym ogrzewaniu w tlenie, zachodzi reakcja utleniania tlenku miedzi(I) do tlenku miedzi(II):



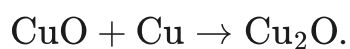
Tlenek miedzi(II)

Źródło: Adam Rędzikowski, dostępny w internecie: wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

W przypadku pełnego dostępu do tlenu, zachodzi bezpośrednia reakcja utleniania miedzi do tlenku miedzi(II).



Jednocześnie powstały tlenek miedzi(II) może reagować z nieprzereagowaną miedzią:



W wyniku tej reakcji chemicznej powstaje tlenek miedzi(I).

Dalsze ogrzewanie tlenku miedzi(II) do temperatury powyżej 1000 °C powoduje analizę (rozkład) na tlenek miedzi(I) i tlen:



Łatwo zauważyć, że w powyższych reakcjach następuje zmiana stopnia utlenienia pierwiastków. W związku z czym reakcje spalania miedzi w tlenie są reakcjami typu redoks.

### Ciekawostka

Tlenek węgla(IV) jest jednym z [gazów cieplarnianych](#), dlatego ważne jest, aby znaleźć metody na zmniejszenie jego ilości. Jednym z pomysłów jest tworzenie tzw. „sztucznych liści”. W nich wykorzystywane są [nanocząstki](#) tlenku miedzi(I). Zawieszony w wodzie nanocząstki pod wpływem światła widzialnego katalizują reakcję konwersji tlenku węgla(IV) do metanolu. Otrzymany metanol może być wykorzystany do produkcji paliw.

Metaliczna miedź jest stabilnym na powietrzu metalem. Po ogrzaniu reaguje z tlenem, tworząc tlenki na I i II stopniu utlenienia. Przebieg reakcji chemicznej zależy od dostępności tlenu – przy mniejszym dostępie do tlenu powstaje czerwonopomarańczowy tlenek miedzi(I), a przy większej dostępności tlenu powstaje czarny tlenek miedzi(II).

## Słownik

**potencjał standardowy**

potencjał elektrody znajdującej się w stanie standardowym

**stopień utlenienia**

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

**kwas silnie utleniający (o silnych właściwościach utleniających)**

kwas, który może powodować utlenienie innego indywiduum chemicznego jednocześnie, redukując nie tylko jon  $H^+$ , ale również resztę kwasową

**patyna**

produkt korozji atmosferycznej miedzi bądź jej stopów

**gazy cieplarniane**

gazowy składnik atmosfery biorący udział w efekcie cieplarnianym; powodują podwyższenie temperatury na Ziemi poprzez zatrzymywanie promieniowania elektromagnetycznego

**nanocząstki**

cząstka materii o wielkości do 100 nm ( $100 \cdot 10^{-9}$  m)

## **Bibliografia**

Atkins P., Jones L., *Podstawy chemii fizycznej*, Warszawa 2009.

Bieleński A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2007.

Encyklopedia PWN

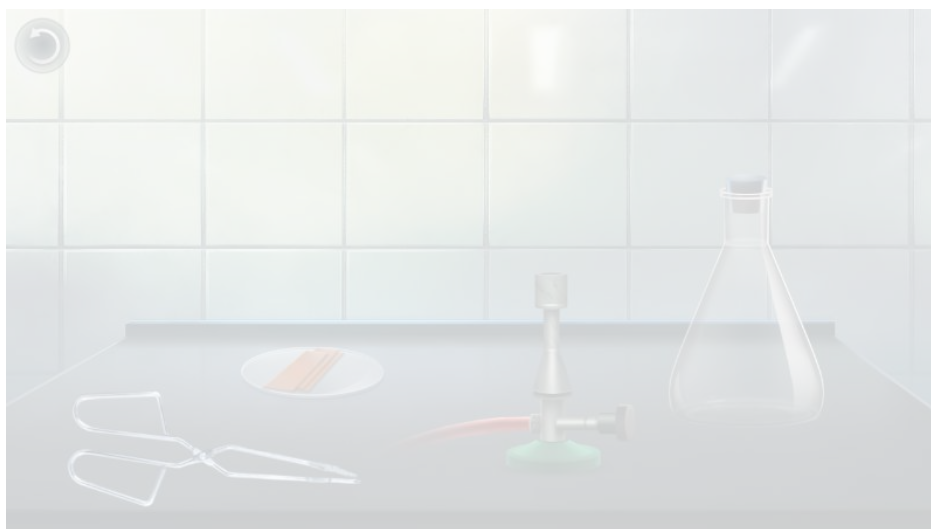
Pajdowski L., *Chemia ogólna*, Warszawa 2002.

# Symulacja interaktywna

---

## Symulacja 1

Zbadaj, co dzieje się z blaszką miedzianą pod wpływem ogrzewania. W tym celu włącz palnik gazowy, a następnie umieść nad jego płomieniem za pomocą szczypiec blaszkę miedzianą. Sprawdź, co się stanie z podgrzaną blaszką, gdy umieścisz ją w cylindrze wypełnionym tlenem.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DNMJqV6Ty>.

Symulacja interaktywna pt. *W jaki sposób miedź reaguje z tlenem?*

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

## Ćwiczenie 1


Wyjaśnij, dlaczego kolor rozgrzanej blaszki miedzianej zmienił się z pomarańczowego na czarny, po umieszczeniu jej w kolbie z tlenem.

## Ćwiczenie 2

Zapisz równanie reakcji spalania miedzi w nadmiarze tlenu.

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Jaki kolor ma tlenek miedzi(I)?

Zielony.

Biały.

Czarny.

Pomarańczowy.

## Ćwiczenie 2



Jaki kolor ma tlenek miedzi(II)?

biały

pomarańczowy

czarny

zielony

### Ćwiczenie 3



Oceń, czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Miedź jest metalem wysoce reaktywnym, przez co gwałtownie reaguje z tlenem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miedź tworzy stabilne związki na +I i +III stopniu utlenienia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W wyniku ogrzewania miedzi, ulega ona redukcji w tlenie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reakcja miedzi z tlenem jest reakcją utleniania redukcji.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Ćwiczenie 4



Zapisz równanie reakcji spalania miedzi w nadmiarze tlenu. Współczynniki stechiometryczne dobierz metodą bilansu elektronowego. Określ utleniacz i reduktor. Zapisz równania reakcje utleniania i redukcji.

Utleniacz:

Reduktor:

Reakcja utleniania:   $\rightarrow$   + 2 e<sup>-</sup> |

Reakcje redukcji:  + 4 e<sup>-</sup>  $\rightarrow$

<sup>0</sup>Cu +   $\rightarrow$

<sup>0</sup>O<sub>2</sub>  
  <sup>II</sup>Cu  
  miedź  
  2  
  <sup>0</sup>Cu  
  tlen  
  2  
  <sup>-II</sup>2 O  
  2  
  <sup>II - II</sup>CuO  
  <sup>0</sup>O<sub>2</sub>

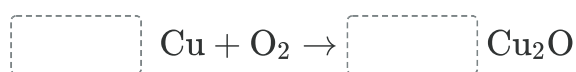
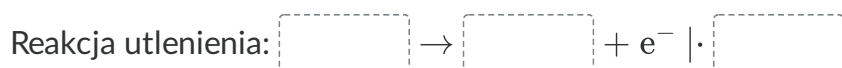
## Ćwiczenie 5



Zapisz równanie reakcji spalania miedzi w niedomiarze tlenu. Współczynniki stechiometryczne dobierz metodą bilansu elektronowego. Określ utleniacz i reduktor. Zapisz równania reakcji utleniania i redukcji.

Utleniacz:

Reduktor:



## Ćwiczenie 6



W wyniku ogrzewania miedzi pokrytej tlenkiem miedzi(II) powstaje tlenek miedzi(I). Zapisz to równanie reakcji chemicznej. Współczynniki stechiometryczne dobierz metodą bilansu elektronowego. Określ utleniacz i reduktor. Zapisz równania reakcji utleniania i redukcji.

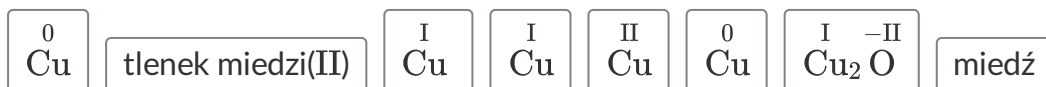
Utleniacz:

Reduktor:



Reakcja utleniania:   $\rightarrow$   + e<sup>-</sup>

Reakcja redukcji:  + e<sup>-</sup>  $\rightarrow$



## Ćwiczenie 7



Zawartość miedzi w tlenku to 88,8%. Ustal wzór tego tlenku.  $M_{\text{Cu}} = 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ,  
 $M_{\text{O}} = 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Oblicz, ile  $\text{dm}^3$  (mierzonego w warunkach normalnych) tlenu potrzebne jest do całkowitego spalenia 2,5 g miedzi do tlenku miedzi(II).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

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

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** W jaki sposób miedź reaguje z tlenem?

**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

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

4) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: tlenu (dla Na, Mg, Ca, Al, Zn, Fe, Cu), wody (dla Na, K, Mg, Ca), kwasów nieutleniających (dla Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cr), przewiduje i opisuje słownie przebieg reakcji rozcieńczonych i stężonych roztworów kwasów: azotowego(V) i siarkowego(VI) z Al, Fe, Cu, Ag.

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

5. pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: tlenu (dla Na, Mg, Ca, Al, Zn, Fe, Cu), wody (dla Na, K, Mg, Ca), kwasów nieutleniających (dla Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cr), rozcieńzonego i stężonego roztworu kwasu azotowego(V) oraz stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) (dla Al, Fe, Cu, Ag).

## 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 miedzi z tlenem jako reakcję typu redoks;
- analizuje przebieg reakcji miedzi z tlenem;
- zastanawia się, jak wpływa ilość tlenu na przebieg reakcji chemicznej miedzi z tlenem;
- korzystając z metody bilansu elektronowego, dobiera współczynniki w reakcji spalania miedzi w tlenie.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna.

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

- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- symulacja interaktywna;
- technika termometr;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

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

### **Środki dydaktyczne:**

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

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę z e-materiału i zadaje przykładowe pytania uczniom: Dlaczego miedź jest wykorzystywana do pokrywania dachów? Dlaczego dachy na zdjęciu mają czarny kolor?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Jaka jest reaktywność miedzi?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują i zbierają w portfolio.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Charakterystyka miedzi jako pierwiastka w oparciu o układ okresowy pierwiastków chemicznych. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytania: Jakie są typowe stopnie utlenienia miedzi? Jakie znacie zastosowania miedzi? Jakie są jej właściwości fizykochemiczne?
2. Uczniowie analizują treści w e-materiale pod kątem reakcji miedzi z tlenem. Po wyznaczonym czasie, nauczyciel omawia z uczniami reakcje miedzi z tlenem. Nauczyciel odnosi się do reaktywności miedzi.
3. Nauczyciel odsyła uczniów do symulacji interaktywnej. Uczniowie w parach zapoznają się z poleceniami, a następnie wykonują zawarte w medium ćwiczenia. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonanych zadań i w razie problemów wyjaśnia nieścisłości. Chętne osoby mogą zaprezentować swoje rozwiązania na forum.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu, daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętna osoba z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel, w razie potrzeby, koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji, mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

#### **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.
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie gromadzą w swoim portfolio:
  - Przypomniałem/łam sobie, że...
  - Co było dla mnie łatwe...
  - Czego się nauczyłam/łem...
  - Co sprawiało mi trudność...

#### **Praca domowa:**

Nauczyciel prosi uczniów o dokończenie ćwiczeń zawartych w e-materiale w części „Sprawdź się”.

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

Symulacja może być wykorzystana przez uczniów podczas wykonywania pracy domowej oraz podczas przygotowywania się do lekcji.

**Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje arkusz papieru ze schematem termometru ze skalą oraz cenki dla uczniów.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
  - Jakie typowe stopnie utlenienia przyjmuje miedź?
  - Co to jest patyna?
  - Czemu dachy miedziane czernieją po pewnym czasie?