



Jakie właściwości fizykochemiczne wykazują stopy miedzi?

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



Jakie właściwości fizykochemiczne wykazują stopy miedzi?

Wiele dzieł sztuki jest wykonana z brązu, a mianowicie jednego z wielu stopów miedzi.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Miedź, zaraz po żelazie i aluminium, jest jednym z najbardziej użytecznych metali. Jej łacińska nazwa *Cuprum* pochodzi od greckiego słowa *Kýpros*, oznaczającego Cypr. To tam, już 1500 lat przed naszą erą znajdowały się największe złoża tego pierwiastka, zaopatrujące cały starożytny świat. Stopy miedzi znalazły powszechne zastosowanie w produkcji broni, dzieł sztuki czy przedmiotów użytku codziennego. Czy wiesz, dlaczego mają tak szerokie spektrum zastosowań? W tej lekcji poznasz stopy miedzi oraz ich właściwości.

Twoje cele

- Porównasz różne stopy miedzi pod względem ich składu, właściwości oraz zastosowań.
- Zastanowisz się, jak różne metale wpływają na właściwości fizykochemiczne stopów miedzi.
- Obliczysz skład pierwiastkowy w różnych stopach miedzi.

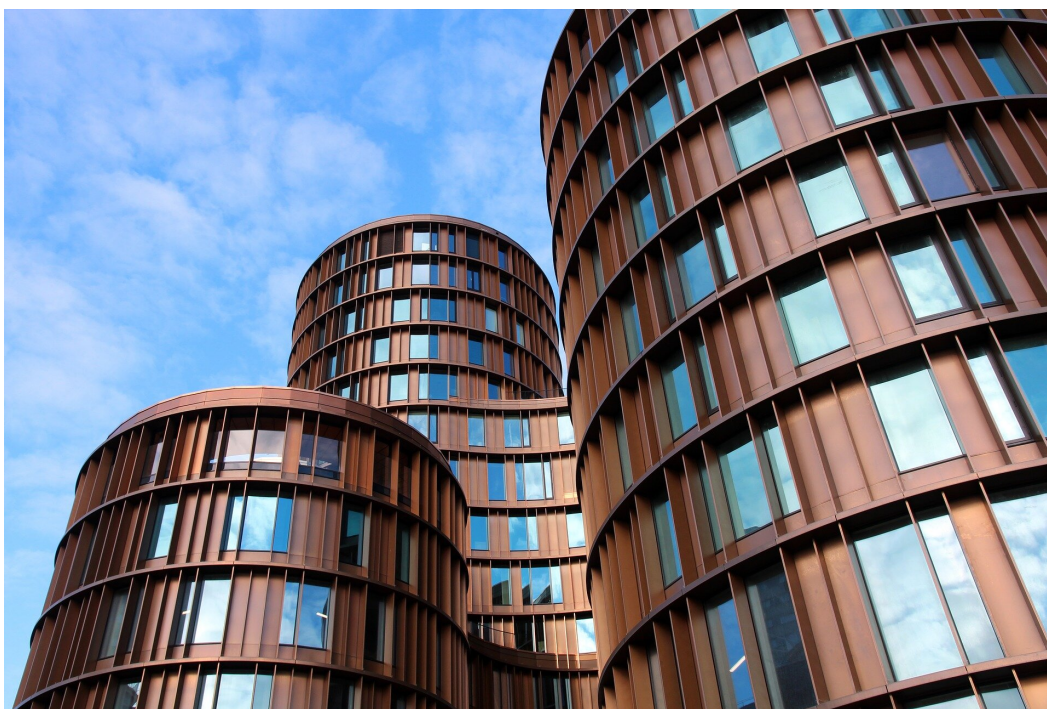
Przeczytaj

Metaliczna miedź łatwo tworzy **stopy** z innymi pierwiastkami. Znanych jest ponad 400 stopów miedzi. W zależności od pierwiastka wchodzącego w skład stopu, można uzyskać odpowiednie właściwości mechaniczne czy chemiczne.

Do najważniejszych stopów miedzi należą:

- brąz;
- mosiądz;
- miedzionikle.

Brąz



Brąz wykorzystywany jest w architekturze.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Brąz to stop miedzi i cyny, czasami z dodatkiem innych pierwiastków. Był pierwszym stopem wykorzystanym przez człowieka, dlatego znany jest już od ponad 4000 lat. Poprzez zawartość nawet niewielkiej ilości cyny (4-8%), brąz jest twardy i wytrzymały. Posiada wysoką odporność na **korozję** oraz jest sprężysty. Dzięki połączeniu tych dwóch właściwości wykorzystuje się go do produkcji sprężyn.

Ciekawostka

Z brązu wykonane są m.in. brązowe medale olimpijskie.

Wprowadzanie różnych dodatków do brązu pozwala zmieniać jego właściwości.

Wprowadzenie fosforu

Wprowadzenie fosforu nawet w niewielkich ilościach (0,01–0,45%) zwiększa twardość, odporność na zużycie oraz korozję, a także wytrzymałość brązu. Stopy brązu z dodatkiem fosforu są wykorzystywane w produkcji sprężyn, kół zębatych oraz łożysk.

Wprowadzenie glinu

W brązach, w których 5–12% stopu stanowi dodatek glinu, nazywane są **brązem aluminiovym**. Zewnętrzna warstwa brązu aluminiovego pokrywa się tlenkiem glinu Al_2O_3 , który, ze względu na niską reaktywność, zapobiega korozji. Brązy aluminiove charakteryzuje również złota barwa, która jest trwała na powietrzu. Powyższe właściwości decydują o szerokim zastosowaniu tej odmiany w urządzeniach działających w środowisku morskim, tj. do produkcji pomp, złączek, łożysk, wymienników ciepła, zapieć oraz zamknięć.

Wprowadzanie krzemu i manganu

Brązy zawierające krzem (3%) oraz mangan (1%) nazywane są **brązami krzemowymi**. Są wytrzymałe, odporne na korozję, plastyczne, a ponadto łatwo łączą się przez spawanie. Dzięki swoim właściwościom są wykorzystywane w sztuce przez rzeźbiarzy i kowali, a w budownictwie do produkcji poręczy, balustrad, zawiasów oraz drzwi. Z kolei ze względu na swoją odporność chemiczną mają także udział w produkcji elementów statków morskich.

Spiż

„Exegi monumentum aere perennius - wybudowałem pomnik trwalszy niż ze spiżu.”

Tym zdaniem Horacy rozpoczyna jeden z najbardziej znanych wierszy epoki starożytnej. Spiż znany był już w okresie antycznego Rzymu. To również jeden ze stopów miedzi. Powstaje przez stopienie miedzi z cyną, cynkiem i ołowiem, ale w odpowiednich proporcjach:

- miedź 88%,
- cyna 8-10%,
- cynk 2-7%,
- ołów 2-6%.

Wykazuje wyjątkową twardość, przez co znalazł zastosowanie w produkcji dzwonów oraz broni. Obecnie spiżu używa się w rzeźbiarstwie oraz do wykonywania elementów dekoracyjnych.

Mosiądz



Instrumenty muzyczne wykonuje się m. in. z mosiądzu.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Mosiądz to stop miedzi i cynku w różnych stosunkach. W zależności od zawartości cynku, zmieniają się jego właściwości, takie jak: wytrzymałość, twardość, ciągliwość, odporność na zużycie, kolor, przewodnictwo cieplne czy podatność na korozję.

CuZn_5 CuZn_{10}	4-6% Zn 9-11% Zn	
CuZn_{15} CuZn_{20}	14-16% Zn 19-20% Zn	
CuZn_{30} CuZn_{33}	29-31% Zn 32-34% Zn	
CuZn_{36} CuZn_{37} CuZn_{40}	34,5-36.5% Zn 36-38% Zn 39.5-41.5% Zn	

Stopy miedzi i cynku w różnych stosunkach przyjmują inne barwy. Indeks dolny we wzorach oznacza procentową zawartość cynku w stopie.

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

Właściwość zmiany koloru może być wykorzystana do określenia zawartości cynku w danej próbce mosiądzu. Dlatego też na podstawie zabarwienia można określić zawartość procentową miedzi lub zawartych w niej dodatków.

Wyróżnia się trzy podstawowe mosiądze:

mosiądz czerwony

Zawartość miedzi w mosiądzu czerwonym jest wyższa niż 80%, czemu też zawdzięcza swój charakterystyczny kolor. Materiały wykonane z tego tworzywa są odporne na korozję oraz odcynkowanie, są twarde oraz wykazują dobre przewodnictwo cieplne. Dzięki swoim właściwościom mosiądz czerwony jest wykorzystywany w instalacjach wody pitnej oraz przy łączeniu grzejników. Do tej grupy należy m.in. tombak (stop miedzi i cynku – może zawierać również dodatek ołowiu, cyny lub arsenu), mannheimskie złoto (stop z domieszką cyny).

mosiądz właściwy (żółty)

Mosiądz właściwy to stop miedzi z cynkiem i żelazem. Jest bardzo twardy i wytrzymały. W XIX w. używany był do produkcji luf armatnich. Materiały wykonane z żółtego mosiądzu są odporne na korozję oraz na działanie wody morskiej, dlatego były używane do produkcji części armatnich, wykorzystywanych na statkach.

mosiądz biały

Mosiądz biały charakteryzuje się dużą zawartością cynku. Wykorzystywany jest głównie w produkcji osłon na lampy i elementów dekoracyjnych.

Ciekawostka

Czerwone mosiądze są często wykorzystywane jako imitacje złota, w związku z czym chętnie wykorzystuje się je w jubilerstwie. Najpopularniejszy w tym celu jest tombak – stop z domieszką cynku oraz ołowiu. Jest do tego stopni podobny do złota, że aby uniknąć pomyłki oznacza się wykonane z niego wyroby odpowiednim znakiem.



Osmańskie naczynia wykonane z tombaku

Miedzionikle

Miedzionikle to stopy miedzi z niklem (czasami z innymi dodatkami, takimi jak żelazo, krzem oraz mangan). Wykazują się odpornością na korozję, wysoką temperaturą topnienia oraz dużą wytrzymałością.

Powszechnie używane są stopy w proporcjach miedzi do niklu: 95/5, 90/10 oraz 70/30.

Dzięki swoim właściwościom miedzionikle wykorzystywane są w produkcji monet. Powierzchnia stopu ma właściwości bakteriobójcze. Ze względu na swoją giętkość służą do uszczelniania elementów hydraulicznych. Poza tym są odporne na działanie wody morskiej.



Miedzionikle są wykorzystywane do produkcji monet.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Ciekawostka



W parowozach wykorzystywane były stopy miedzi.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Jeden ze stopów miedzi z niklem to **kuprodur**. Jest odporny na wysokie temperatury, przez co przed II wojną światową był wykorzystywany do produkcji skrzyń ogniowych, pełniących funkcję palenisk w parowozach.

Stopy miedzi odgrywają istotną rolę we współczesnym świecie. Mają one szerokie spektrum zastosowań – w architekturze i sztuce, w produkcji amunicji czy do produkcji środków płatniczych, znanych jako monety. Wynika to z ich właściwości, do których należą odporność na korozję, wytrzymałość, plastyczność oraz dobre przewodnictwo cieplne.

Słownik

stop

trwałe połączenie pomiędzy metalem a innym dodatkiem metalicznym lub niemetalicznym

korozja

niszczenie materiałów pod wpływem warunków atmosferycznych lub czynników chemicznych

odcynkowanie

korozja stopów miedzi z cynkiem; polega na wymywaniu cynku ze stopu pod wpływem wody o niskim pH lub o dużej zawartości chloru

Bibliografia

Kosiński T., *Chemia. Podręcznik dla techników rolniczych*, Warszawa 1964.

Penkala T., *Podstawy chemii ogólnej*, Warszawa 1977.

Siwicki J., *Technologia chemiczna ogólna nieorganiczna. Cz. 1*, Warszawa 1966.

Film edukacyjny

Polecenie 1

Wskaż, w oparciu o film, najważniejsze właściwości fizykochemiczne stopów miedzi.

Odpowiedź:

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DH4yYcMqS>

Film edukacyjny pt. *Jakie właściwości fizykochemiczne wykazują stopy miedzi*

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

Film opowiadający o właściwościach fizykochemicznych stopów miedzi.

Tabela 1. Stopy miedzi – ogólny podział i wybrane zastosowania

Nazwa stopu	Skład i ogólny podział danego stopu	Wybrane zastosowania
-------------	-------------------------------------	----------------------

Nazwa stopu	Skład i ogólny podział danego stopu	Wybrane zastosowania
brązy	Odlewnicze: • cyna do 11%; • ołów do 33%; • glin do 11%; • krzem do 4,5%; • cynk do 7%; • mangan do 2%; • żelazo do 5,5%; • nikiel do 5,5%; • fosfor do 1,5%. Do obróbki plastycznej: • cynowe; • aluminiowe; • berylowe; • krzemowe; • manganowe; • krzemowo-cynkowo-manganowe; • aluminiowo-żelazowo-manganowe; • cynowo-cynkowo-ołowiowe; • cynowo-ołowiowe; • aluminiowo-żelazowe.	 Rzeźba z brązu przedstawiająca grecką boginię Temidę Źródło: dostępny w internecie: www.unsplash.com, domena publiczna. • części maszyn, osprzęt parowy i wodny, łożyska ślizgowe, aparatura chemiczna w przemysłach, np. chemicznym, okrętowym, lotniczym, papierniczym, górniczym; • rzeźbiarstwo; • architektura.

Nazwa stopu	Skład i ogólny podział danego stopu	Wybrane zastosowania
mosiądze	Cynk od 3 do 54% (w zależności od stopu): - około 30% cynku – stop o największej plastyczności; - powyżej 39% cynku – gwałtowny spadek plastyczności stopu; 45% cynku – stop o największej wytrzymałości; - powyżej 45% cynku – stop charakteryzuje kruchliwość. Mosiądze specjalne – dodatki innych pierwiastków w stopie miedzi z cynkiem: - manganu; - ołowiu; - żelaza; - glinu; - krzemu; - niklu; - cyny.	 Schody z mosiężnymi poręczami Źródło: dostępny w internecie: www.unsplash.com, domena publiczna. - standard, według którego ocenia się podatność na obróbkę innych materiałów; - wymienniki ciepła; - poręcze schodów czy uchwyty łóżek szpitalnych (działanie przeciwdrobnoustrojowe)

Nazwa stopu	Skład i ogólny podział danego stopu	Wybrane zastosowania
spiże (zaliczane czasem do brązów)	Stop miedzi z cyną (8-10%), cynkiem (2-7%) i ołowiem (2-6%).	 Spizowe drzwi zielonogórskiej konkatedry Źródło: Leszek SH, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0. • broń sieczna; • dzwony; • armaty; • rzeźbiarstwo; • elementy ozdobne.

Nazwa stopu	Skład i ogólny podział danego stopu	Wybrane zastosowania
miedzionikle	Dwa główne stopy: • 10% niklu (mniej trwały); • 30% niklu (bardziej trwały). Oba stopy zawierają niewielkie dodatki żelaza i manganu, które zostały dobrane po to, aby zapewnić metalom najlepszą odporność na korozję w warunkach morskich i zanieczyszczenia biologiczne.	 50 halerzy czeskosłowackich wykonanych z miedzioniklu, wzór z 1921 roku. Źródło: Arveðui, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0. • rurociągi; • morskie systemy pożarowe; • poszycie pionów na platformach morskich i kadłubach łodzi; • klatki w akwakulturze dla ryb.
miedź berylowa	Beryl od 0,2 do 2,75%, w tym: • stopy o wysokiej wytrzymałości (od 1,6% do 2,0% berylu); • stopy o wysokiej przewodności (od 0,2% do 0,6% berylu).	• nieiskrzące narzędzia stosowane w przemyśle wydobywczym, gazowym i petrochemicznym; • do wyrobu sprężyn, membran reagujących na ciśnienie, elastycznych miechów, złącz, styków i przekaźników; • narzędzia wiertnicze w przemyśle naftowym i gazowym; • zminiaturyzowane komponenty elektroniki komputerowej.

Nazwa stopu	Skład i ogólny podział danego stopu	Wybrane zastosowania
stopy wstępne miedzi	Pomocnicze, dwu- lub trzyskładnikowe stopy, wytwarzane w celu ułatwienia wprowadzenia dodatków stopowych lub technologicznych.	• stop zawierający 50% glinu – dodatek stopowy przy produkcji brązów i mosiądzów alumiowych; • stop zawierający 12% fosforu – dodatek stopowy lub odtleniacz.

Opracowano na podstawie: <https://copperalliance.pl/o-miedzi/miedz-stopy-miedzi/stopy-miedzi/> oraz <https://lkalloy.com/pl/whats-the-beryllium-copper/>, dostęp: 15.07.2021.

Ćwiczenie 1

Dlaczego miedź nazywana jest materiałem strategicznym? Wymień państwa, w których zasoby miedzi są największe na świecie.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Brąz jest stopem miedzi, z jakim innym pierwiastkiem? Wskaż prawidłową odpowiedź.

☐ z krzemem

☐ z cyną

☐ z węglem

☐ z niklem

Ćwiczenie 2



Mosiądz to stop jakich metali? Wskaż prawidłową odpowiedź.

☐ miedzi z niklem

☐ miedzi z potasem

☐ miedzi z cynkiem

☐ miedzi z węglem

Ćwiczenie 3



Pewna epoka historyczna została nazwana na cześć jednego ze stopów miedzi – którego?
Wskaż prawidłową odpowiedź.

☐ stopu stali

☐ stopu mosiądzu

☐ stopu żeliwa

☐ stopu brązu

Ćwiczenie 4



W jednym z mosiądzów zawartość miedzi jest wyższa niż 80%. Mosiądz ten wykorzystywany jest często jako imitacja złota.

Wskaż jego nazwę.

☐ mosiądz złoty

☐ mosiądz biały

☐ mosiądz żółty

☐ mosiądz czerwony

Ćwiczenie 5



Oceń prawdziwość zdań, zaznaczając odpowiednie pola w kolumnie „Prawda” – gdy zdanie jest prawdziwe lub w kolumnie „Fałsz” – gdy zdanie jest fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Miedzionikiel wykorzystywany jest w produkcji monet.	☐	☐
Mosiądz jest materiałem, z którego produkuje się instrumenty.	☐	☐
Brąz to stop miedzi i cynku, czasami z dodatkiem innych pierwiastków. Wykorzystywany jest do produkcji elementów ozdobnych, takich jak poręcze czy zamki do drzwi.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Złotnik otrzymał pewien łańcuszek. Chciał sprawdzić, czy zastosowanie kwasu chlorowodorowego (solnego) pozwoli na odróżnienie biżuterii złotej od tej wykonanej z tombaku. Wyjaśnij, dlaczego złotnik zdecydował się na taką procedurę. Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 7



Próbkę mosiądzu, zawierającą tylko miedź i cynk, poddano analizie. 10 g stopu rozpuszczono w nadmiarze kwasu solnego (chlorowodorowego). W wyniku tej reakcji otrzymano 560 cm^3 gazu (w przeliczeniu na warunki normalne). $M_{\text{Zn}} = 65 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$, $M_{\text{H}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

A) Jaki gaz się wydzielił w trakcie tej reakcji?

B) Oblicz zawartość % cynku w stopie.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz, jakiej objętości kwasu solnego (chlorowodorowego) o stężeniu $1,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ należy użyć, aby całkowicie rozтворzyć nikiel i mangan zawarty w stopie miedzioniklu o składzie 85% Cu, 13% Ni, 2% Mn o masie 5 g? W obliczeniach załóż, że reakcja biegnie ze 100% wydajnością. $M_{\text{Ni}} = 59 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$, $M_{\text{Mn}} = 55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$. Wynik podaj w cm^3 z dokładnością do jedności.

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 Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jakie właściwości fizykochemiczne wykazują stopy miedzi?

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

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
- 2) wskazuje na związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami i ich wpływem na środowisko naturalne;
- 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

Zakres podstawowy

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

- 6) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne.

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

- 2) opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je na podstawie znajomości natury wiązania metalicznego.

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

8) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne.

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

2) opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je na podstawie znajomości natury wiązania metalicznego.

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:

- porównuje różne stopy miedzi pod względem ich składu oraz zastosowań;
- omawia wpływ różnych pierwiastków na właściwości fizykochemiczne stopów miedzi;
- oblicza skład pierwiastkowy różnych stopów miedzi.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film edukacyjny;
- tarcza strzelnicza;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału. Zadaje uczniom pytanie: Z czego jest wykonany pomnik ze zdjęcia? Jeżeli uczniowie mają problem z odpowiedzią zwraca uwagę na charakterystyczny zielony nalot na pomniku. Następnie zadaje uczniom pytanie: Czym są stopy? Jakie znacie stopy? Jakie znacie stopy miedzi?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się udzielić odpowiedzi na pytanie: Jakimi właściwościami fizykochemicznymi charakteryzują się stopy miedzi? Efektem powinny być wymienione właściwości fizykochemiczne stopów miedzi.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel inicjuje dyskusję zadając pytanie: Dlaczego mówi się, że miedź napędza technologię? Z czego to wynika?
2. Nauczyciel wyświetla uczniom na tablicy interaktywnej film edukacyjny, w którym omawiane są stopy miedzi oraz metody ich rozróżniania. Uczniowie formułują pytania do treści filmu, a po jego projekcji sobie nawzajem zadają i jednocześnie udzielają wypowiedzi. Pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi kolegów i koleżanek. Następnie uczniowie w parach wykonują ćwiczenia zawarte w medium.
3. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na trzy grupy zadaniowe, które będą opracowywały skład, właściwości oraz zastosowania wybranych stopów miedzi:
 - I grupa – brąz;
 - II grupa – mosiądz;
 - III grupa – miedzionikle;
 - rozdaje arkusze papieru A3, mazaki.

Uczniowie korzystają z dostępnych źródeł informacji, w tym z treści zawartych w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”. Po wyznaczonym czasie, liderzy grup prezentują efekty pracy na forum z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Powrót do fazy wstępnej i porównanie wypowiedzi uczniów z wiedzą nowo nabytą na temat właściwości fizykochemicznych stopów miedzi. Nauczyciel weryfikuje wypowiedzi uczniów pod kątem merytorycznym i wyjaśnia ewentualnie niezrozumiałe kwestie.

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 chętny uczeń 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.

Faza podsumowująca:

1. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej zawieszanej w sali lekcyjnej, z użyciem cenek, zaznaczają w skali od 0 do 10 swoje „strzały”. Koło można podzielić na części, w których oceniać można różne aspekty pracy, np. przydatność, atrakcyjność, stopień trudności materiału, zaangażowanie uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, itp.
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:

1. Nauczyciel prosi uczniów o dokończenie ćwiczeń zawartych w e-materiale w części „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film edukacyjny może być wykorzystany w trakcie lekcji oraz jako pomoc przy odrabianiu zadania domowego. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać medium do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co to są stopy?
 - Jakie występują stopy miedzi?
 - Jak właściwości różnych pierwiastków wpływają na właściwości fizykochemiczne stopów?
 - Na czym polega odcynkowanie stopu?

2. Nauczyciel przygotowuje arkusze papieru A3, mazaki i glutaki oraz arkusz z narysowaną tarczą strzelniczą i cenki.