Jak barwi się szkło?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Symulacja interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Szkło dichroiczne powstaje poprzez nałożenie w próżni tlenków wielu metali działem elektronowym. Nałożenie kilkudziesięciu warstw powoduje zmienność widzianego koloru w zależności od kąta patrzenia i padania światła.

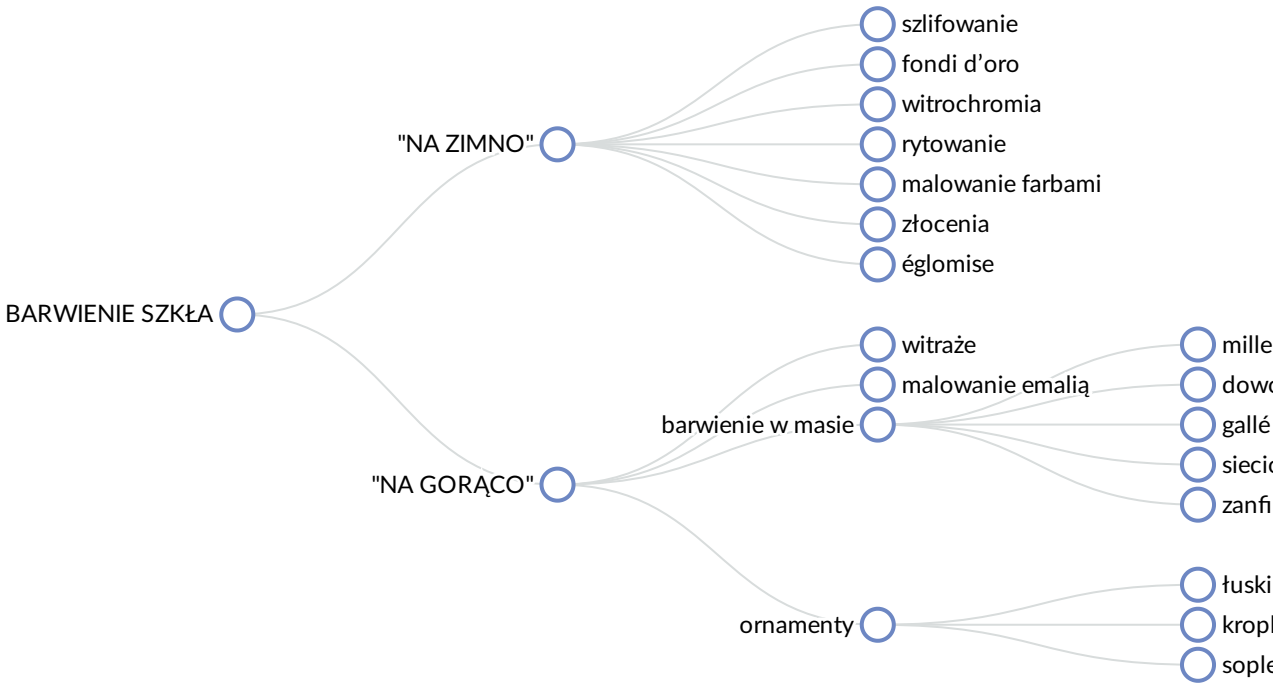
Źródło: Eric Magnan, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

W każdych czasach ludzie mogli powiedzieć o otaczającej rzeczywistości, że jest szara. Przekorna i poszukująca natura człowieka, od zawsze próbowała tę szarość przełamać. Nasi przodkowie najpierw ubarwiali ściany jaskiń, ceramikę, swoją skórę lub odzież. Wykorzystywali różne rodzaje barwników i podłoża. Uzyskiwali różnorodne efekty, ale zawsze cel był jeden – nadać kolor. Wynikiem tych poszukiwań było też barwienie szkła. Zauważ, że to wyjątkowe tworzywo pozwoliło wprowadzić nas w jeszcze jeden wymiar – gry światła i koloru.

Twoje cele

- Wykonasz mapę myśli technik barwienia szkła.
- Połączysz nazwę techniki barwienia szkła z jej głównym założeniem.
- Na podstawie fotografii danego produktu szklanego podasz nazwę metody produkcji użytej do jego wytworzenia.
- Wskażesz jon, atom lub związek chemiczny, odpowiadający za daną barwę szkła.
- Wyprodukujesz butelki o określonym kolorze.
- Powiążesz budowę atomu metali przejściowych z barwą szkła.

Przeczytaj



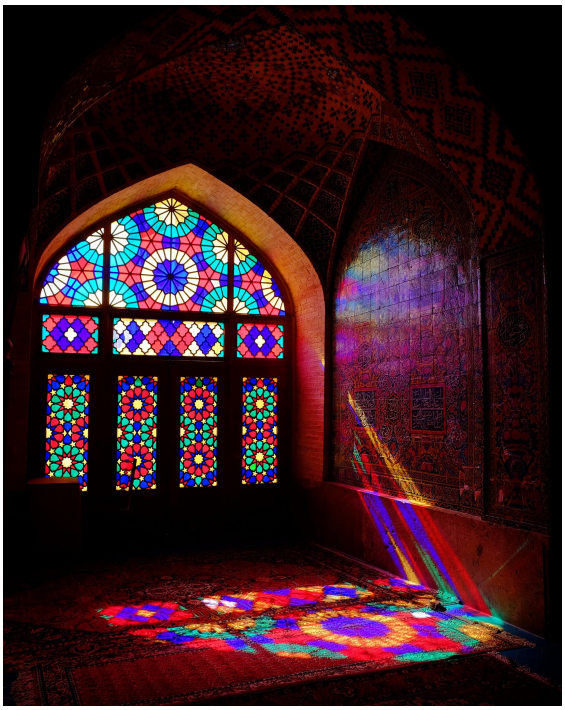
Mapa myśli pt. „Barwienie szkła”

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

Barwienie szkła „na gorąco”

Witraże

Sztukę tworzenia witraży należy zawdzięczać epoce średniowiecza. Wiek XIV i XV to czas największego rozkwitu tej techniki. Szkło wykorzystywane w witrażach barwi się w procesie wytopu tlenkami metali, ale niektóre barwy, czy tonowanie nadaje się już na etapie produkcji, nakładając odpowiednie farby i patyny, które następnie utrwala się poprzez wygrzewanie w specjalnym piecu. Uzyskane różnokolorowe szklane tafle rozcina się na małe fragmenty. Taką szklaną mozaikę oprawia się listwami ołowianymi, a potem dopiero przygotowany witraż wprawia się w otwory okienne.



Efekt widziany przez odbiorcę wynika z przenikania światła przez kolorowe fragmenty szkła. Znaczenie ma również zastosowanie płytek o różnej przepuszczalności światła (przezroczystych i matowych).

Licencja: domena publiczna; Źródło: pxhere.com

Malowanie emalią

Kiedyś częściej używano do malowania szkła farb emaliowych, które nanoszono pędzlem. Farba składa się z:

sproszkowanego szkliwa (łatwo topliwe spoiwo),

barwników (tlenków metali),

terpentyny lub olejków eterycznych (rozcieńczanie farby).

Po wyschnięciu emalii ogrzewano ją do temperatury mięknięcia podobrazia. Pozwalało to na stopienie spoiwa farby z podobraziem. Malowidła wykonane tą metodą często były innej tematyki niż sakralna.

Licencja: domena publiczna; Źródło: pixabay.com

Barwione w masie

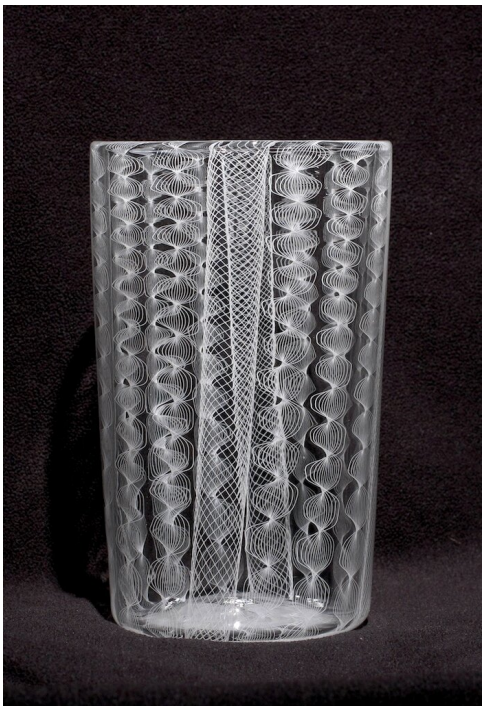
Szkło barwione w masie jest uzyskiwane poprzez dodanie odpowiednich składników powodujących zabarwienie masy szklanej. Swej barwie zawdzięcza ono dodatkowe walory estetyczne jak i właściwości przeciwsłoneczne.
Szkło Gallé jest wielowarstwowe. W wierzchniej warstwie szkła barwnego wycinano ornamenty roślinne.

Źródło: wikipedia.org; Licencja: domena publiczna 1.0

Millefiori to technika polegająca na wtapianiu w szkło fragmentów wielobarwnych prętów szkła mozaikowego w celu uzyskania wzorów przypominających kwiaty.

Licencja: CC BY SA 4.0, źródło: wikimedia.org

Zantifrico to włoska metoda zdobienia dmuchanego szkła, która oparta jest na wprowadzaniu skręconych, różnobarwnych, szklanych nitek.



Licencja: CC BY SA 3.0, źródło: wikimedia.org

Wytwarzanie szkła sieciowego polega na łączeniu dwóch baniek szklanych z nićmi biegnącymi w różnych kierunkach.

Licencja: CC BY SA 4.0, źródło: wikimedia.org

Szkło można ozdabiać ornamentami w postaci łusek, kropli i sopli. Nakłada się je jeszcze gorące na ciepłe szkło.

Licencja: domena publiczna; Źródło: printeres.com

Barwna powierzchnia powstaje przez dowolne mieszanie mas szklanych.

Licencja: CC BY SA 4.0, źródło: wikimedia.org

Barwienie szkła „na zimno”

Szlifowanie

Szkło szlifowane. Caspar Lehmann (szlifierz cesarza Rudolfa II Habsburga w Pradze) na początku XVII w. opracował tę metodę ozdabiania szkła.

licencja: domena publiczna; Źródło: pixabay.com

Rytowanie

Rytowanie pozwala uzyskać subtelne i delikatne wzory.

Źródło: licencja: CC BY-SA 4.0, [online], dostępny w internecie: wikimedia.org.

Malowanie na szkle

Malowanie na szkle jest najprostszą metodą dekorowania.

licencja: domena publiczna; Źródło: pixabay.com

Złocenie

Metoda złocenia. Już w XVI w. złote szkła były odnajdywane w rzymskich katakumbach.

źródło: www.commons.wkimedia.org; licencja: domena publiczna

Églomisé

Szkło podlepiano srebrną lub złotą folią. Na niej grawerowano igłą rysunek, odpowiadający malowidle pod szkłem. Alternatywnie wzór nadawano przed złoceniem poprzez grawerowanie i malowanie odwrotne samego szkła - zaczynając od detali.

licencja: domena publiczna; Źródło: commons.wikimedia.org

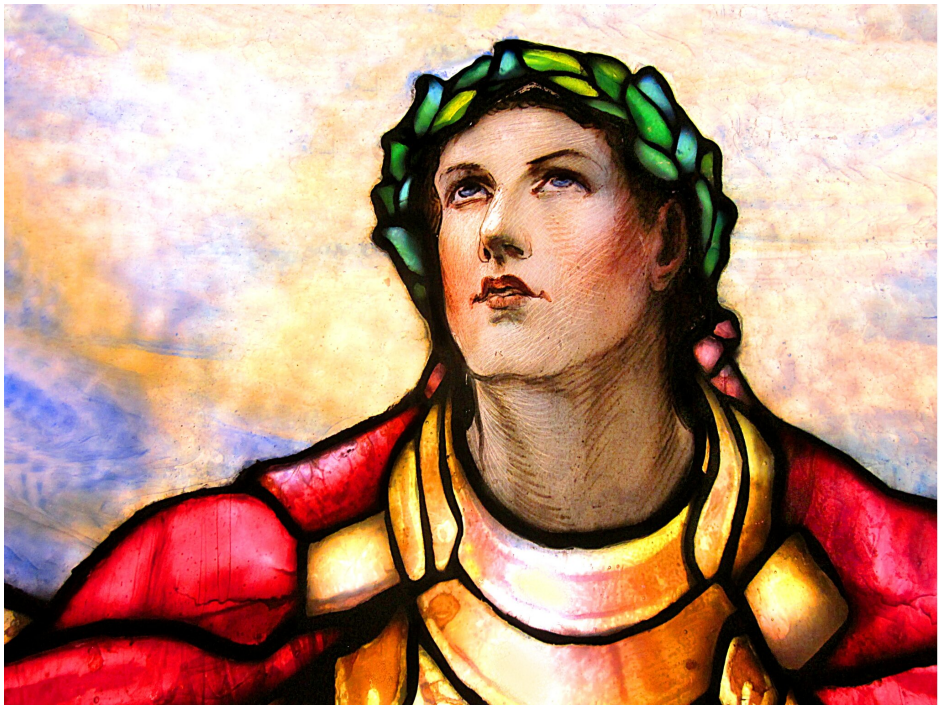
Fondi d'oro

Zdobienie/złocenie zatopione między dwiema warstwami szkła.

licencja: domena publiczna; Źródło: commons.wikimedia.org

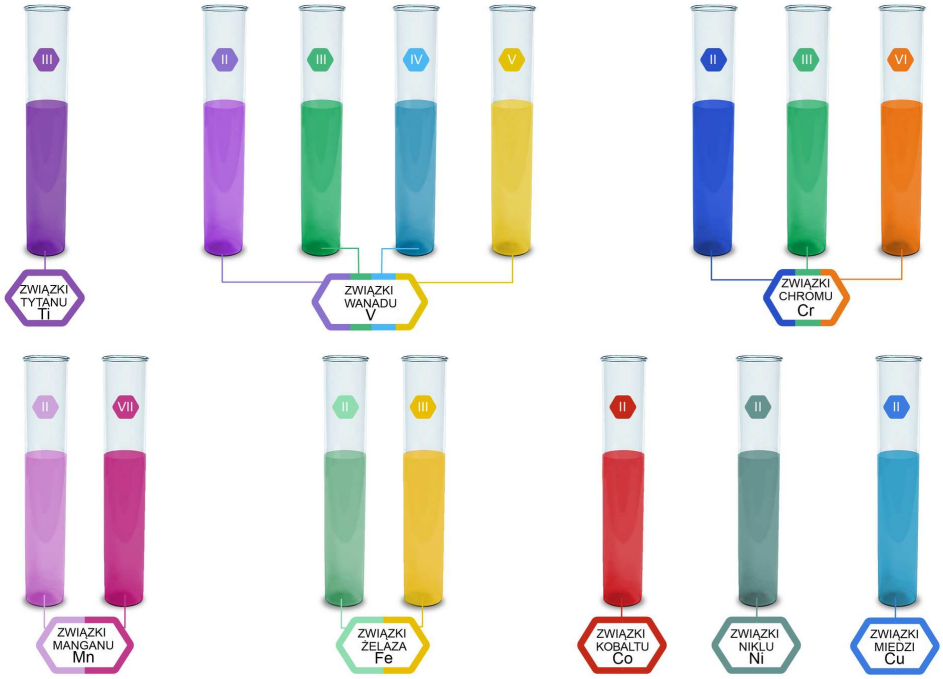
Witrochromia

Szkło ozdabiano farbami olejnymi lub klejowymi. Pozwalało to uzyskać imitacje witraży.



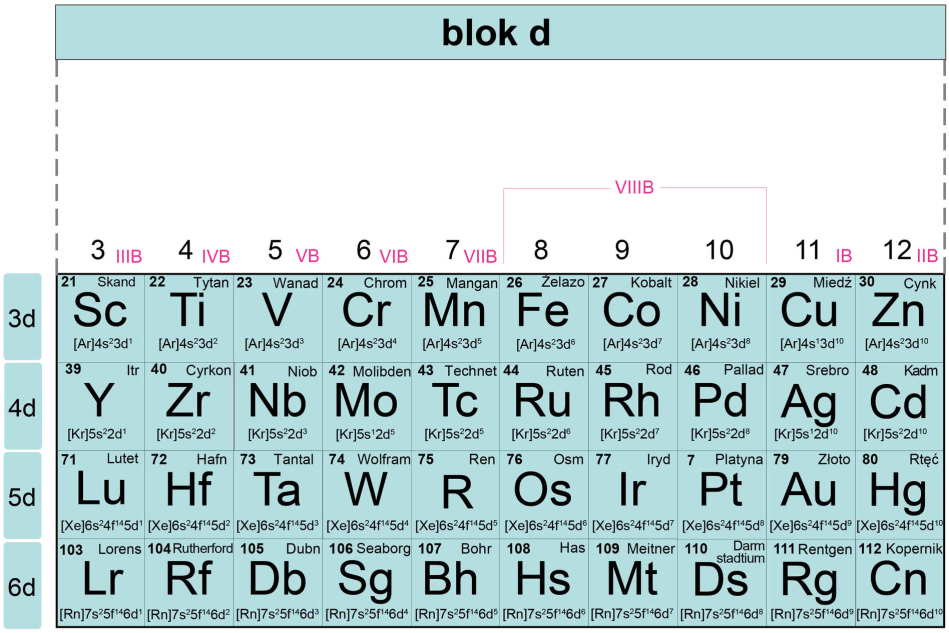
licencja: domena publiczna; Źródło: pixabay.com

Chemiczne aspekty barwienia szkła



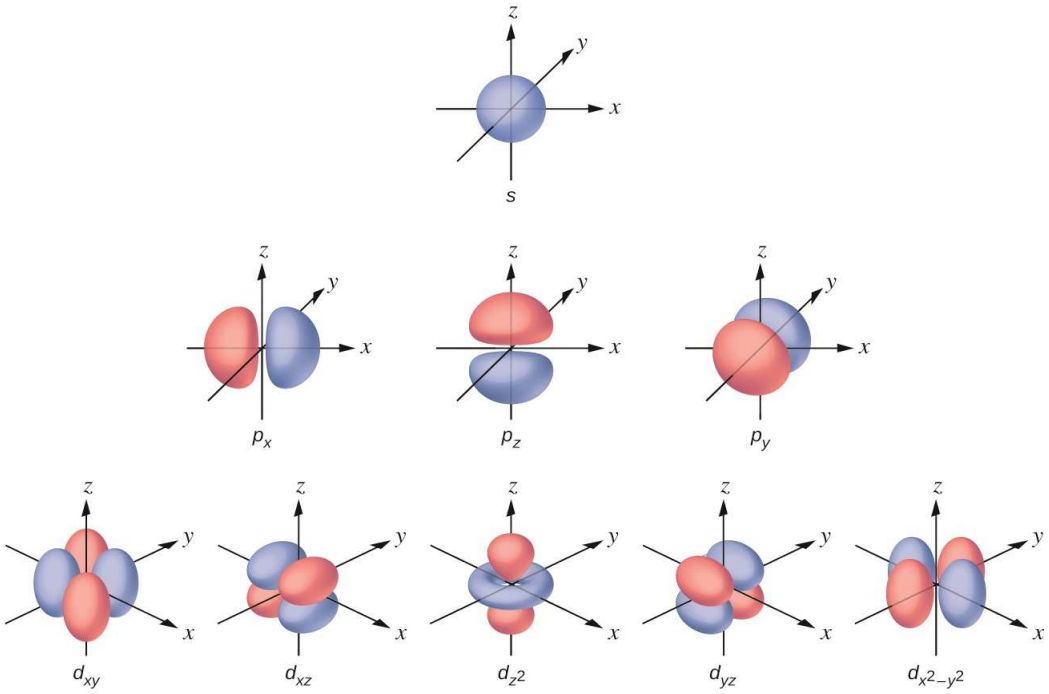
Związki bloku d (metale przejściowe) tworzą barwne związki i kompleksy. Ich kolory zależą od stopnia utlenienia.

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



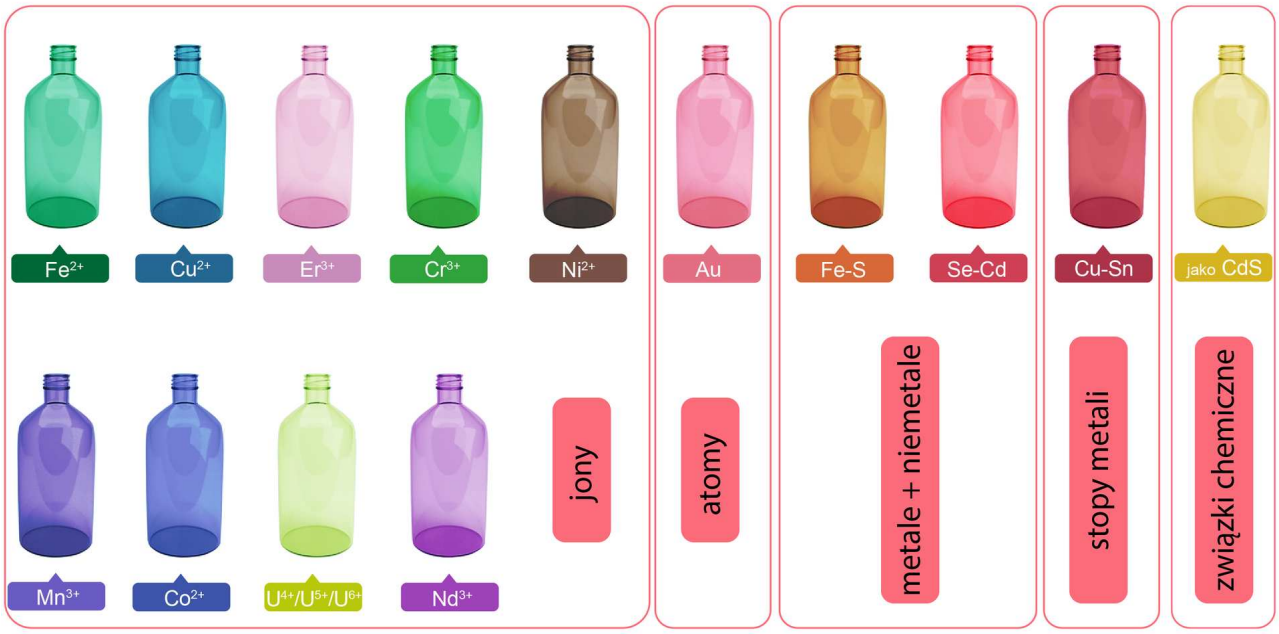
Metale przejściowe mają częściowo wypełnione orbitale d. Orbitale te mogą pomieścić do 10 elektronów. Występowanie ligandów otaczających w określony sposób metal centralny powoduje ich oddziaływanie z pięcioma zdegenerowanymi orbitalami d w wyniku czego następuje zróżnicowanie ich energii. Przejścia z niższego na wyższy poziom orbitalu d odbywa się z absorpcją światła z zakresu 400–700 nm dzięki czemu związek staje się barwny. To zjawisko wpływa na postrzegany kolor kompleksu.

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



Orbitale s, p, d i f możemy wyróżnić na powłokach.

Źródło: Openstax Content, OpenStax Content, licencja: CC BY 4.0.



Wprowadzenie do szkła tlenków metali przejściowych lub metali ziem rzadkich jest metodą barwienia szkła. Jony metali pochłaniają określone długości fali światła. Prowadzi to do pojawienia się koloru.

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

Kolor można uzyskać poprzez wprowadzenie cząstek substancji zawieszonych w szkle, podczas gdy szkło jest w stopionej fazie. Cząstki koloidalne rozpraszają światło o określonych częstotliwościach. Dzieje się to w czasie przechodzenia światła przez szkło, powodując zabarwienie. Złoto nadaje rubinowy kolor.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Związki chemiczne (metali przejściowych i nie tylko) zapewniające barwę szkła zaliczamy do surowców pomocniczych.

Szczególne własności:

- **barwiące np.:**
    - związki manganu i niklu, barwią szkło na **fioletowo;**
    - związki kobaltu i miedzi, barwią szkło na **niebiesko;**
    - związki żelaza i chromu, barwią szkło na **zielono;**
    - związki siarki, żelaza z dodatkiem związków manganu, kadmu i srebra, barwią szkło na **żółto** i **brązowo;**
    - związki miedzi, złota i selenu, barwią szkło na **czerwono**.
- **odbarwiające np.:**
    - związki kobaltu i selenu;
    - związki ołowiu;
    - związki niklu;
    - selenian sodu Na_2SeO_4.

> **Ciekawostka**
>
> *"Klasyczne metody odbarwiania szkieł przemysłowych polegały zazwyczaj na dodawaniu do zestawów szklarskich związków kobaltu i selenu. Wywołana tym sposobem barwa*

> *niebiesko-różowa dobrze kompensowała zielono-żółte zabarwienie pochodzące od zanieczyszczeń żelazem.”*
>
> Źródło: *Charakterystyka spektrofotometryczna szkieł odbarwianych cerem i neodymem* J. KOKOSZKA, K.CHOLEWA-KOWALSKA, M. ŁĄCZKA w Szkło i Ceramika ROCZNIK 58 (2007)

- **„powołujące zmącenie”** - związki fluoru.

Surowce pomocnicze pozwalają na uzyskanie wielkiej różnorodności produktów szklanych.
Źródło: dostępny w internecie: wallpaperflare.com, domena publiczna.

Podsumowanie

Udoskonalenie technik produkcyjnych pozwoliło na rozwinięcie metod barwienia i dekorowania szkła. Uzyskane walory materiału oraz obniżenie kosztów wytwarzania doprowadziły do upowszechnienia szkła. Mnogość uzyskiwanych kolorów, unikalne efekty powodują, że szkło wzbogaca naszą rzeczywistość – sprzyja zadumie w kościołach, ożywia wnętrza mieszkalne, buduje romantyczny nastrój czy umila czas dziecięcych zabaw.

Słownik

> **Lehmann Caspar**
>
> [lę:man] data ur. nieznana, zm. 1622 r., nadworny szlifierz cesarza Rudolfa II Habsburga w Pradze na początku XVII w.
>
> **ligandy**

atom, cząsteczka lub anion w związkach kompleksowych, które są przyłączone bezpośrednio do atomu lub kationu centralnego (do centrum koordynacji albo rdzenia kompleksu)
metale przejściowe (pierwiastki bloku d)

pierwiastki chemiczne, których atomy lub kationy mają nie całkowicie zapełnioną podpowłokę d
orbitale

pewne wyróżnione obszary przestrzeni, o różnych kształtach oraz o rozmytych granicach, w których może wystąpić elektron. Na każdej powłoce elektronowej mieści się pewna ilość elektronów. Można im przypisać główną liczbę kwantową (n=1,2,3..) i oznaczyć literą (w konwencji K, L, M, N, O, P, Q). Na powłokach wyróżnia się orbitale s, p, d i f, które są obsadzone na tyle, na ile starczy elektronów. Najważniejsze jest jednak obsadzenie najbardziej zewnętrznej powłoki elektronowej, tzw. powłoki walencyjnej
witrochromia

technika malowania na przezroczystym podobraziu, może być nim szyba lub szklane naczynie. Pracę rozpoczyna się od malowania konturów, potem przezroczyste lub półprzezroczyste warstwy farby (laserunki). Końcowy etap polega na malowaniu ciemnych partii oraz tła

Bibliografia

Kamieńska Z. (red.), *Polskie szkło do połowy XIX wieku*, Wrocław, 1987.

Ślesiński W., *Techniki malarskie – spoiwa mineralne*, Warszawa, 1983.

Wyrobisz A., *Szkło w Polsce od XIV do XVII wieku*, Wrocław, 1968.

http://www2.chemia.uj.edu.pl/~lojewski/wykladySP/P_Wyk%88ad3_3%20zwiazki%20kompleksowe.pdf

https://brain.fuw.edu.pl/edu/index.php/PCzEB/Atomy_i_cz%C4%85steczki?action=mpdf

http://www.swiat-szkla.pl/kontakt/11424-niektore-techniki-zdobienia-szkla-na-przestrzeni-wiekow.html

https://pl.wikipedia.org/wiki/Szk%C5%82o_rubinowe

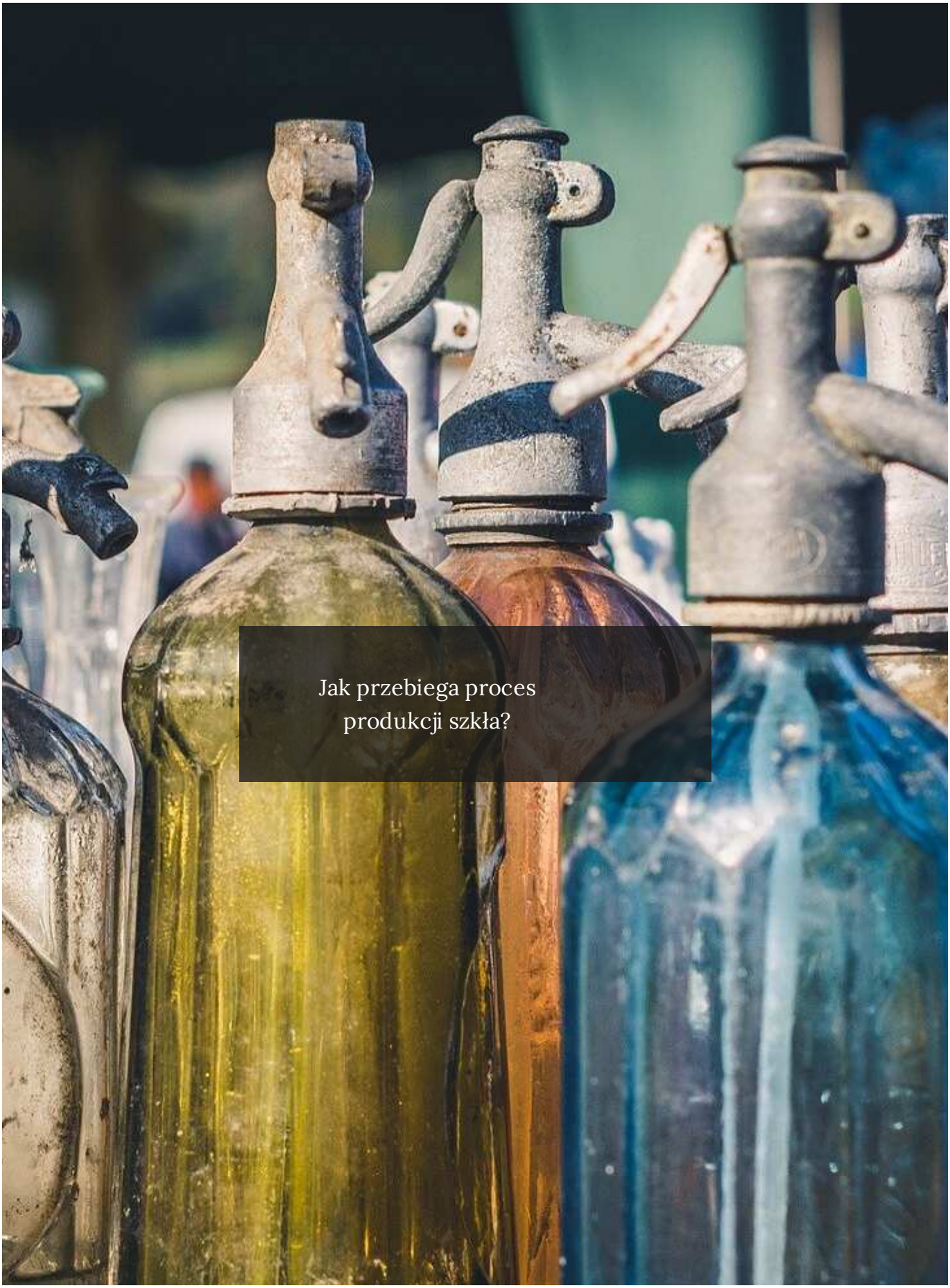
https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok_d

https://pl.wikipedia.org/wiki/Z%C5%82ote_szk%C5%82a

https://www.compoundchem.com/2014/03/05/colours-of-transition-metal-ions-in-aqueous-solution/

https://www.compoundchem.com/2015/03/03/coloured-glass/

Symulacja interaktywna



Symulacja 1

Wciel się w pracownika fabryki butelek i wykonaj kilka eksperymentów symulacyjnych, by dowiedzieć się, jak barwić szkło na odpowiednie kolory. Po tym doświadczeniu rozwiąż ćwiczenia.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DP7x7Dq1h

Symulacja interaktywna pt. „Jak barwi się szkło?”.
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Dopasuj kation, pierwiastek lub związek do odpowiedniej barwy szkła.

Cr^{3+}	niebieski
Au	fioletowy
Cu^{2+}	brązowy
Mn^{3+}	zielony
Ni^{2+}	czerwony

Ćwiczenie 2

Zaznacz, na jakich stopniach utlenienia może występować uran.

- ◯ I,II,VI
- ◯ -I, II, III
- ◯ IV, V, VI

Ćwiczenie 3

Spośród podanych poniżej wybierz zdania z prawidłowymi informacjami.

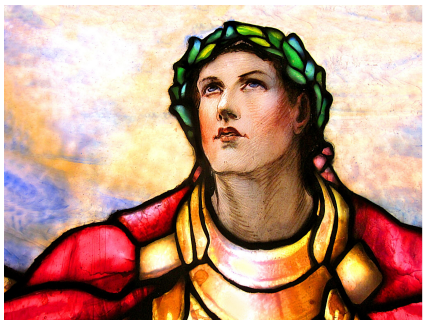
- ☐ Pierwiastki bloku **d** zawsze dają bezbarwne szkło.
- ☐ Siarczek żelaza(II) barwi szkło na brązowo, a siarczek kadmu nadaje żółtą barwę.
- ☐ Pierwiastki bloku **f** mogą być używane w celu barwienia szkła.
- ☐ Jony uranu mają zawsze ładunek ujemny.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Dopasuj nazwę techniki barwienia szkła do fotografii.



witrochromia

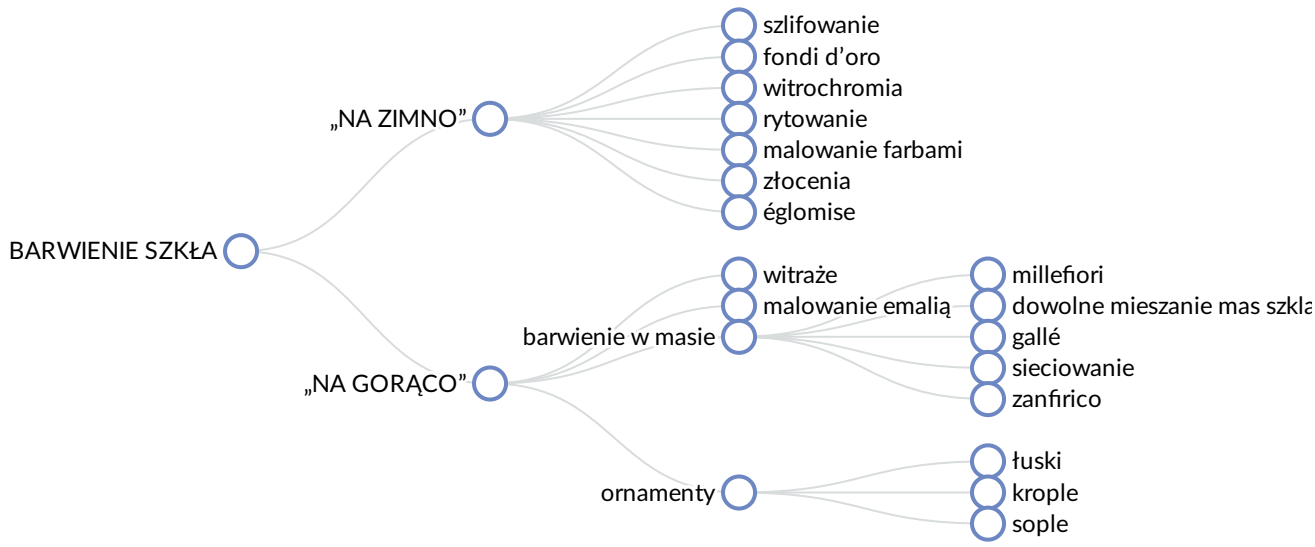
szlifowanie

szkło wędzone

Źródło: dostępny w internecie: Licencja: CC BY-SA 3.0, Źródło: autor nieznany, Het National Glasmuseum, www.commons.wikimedia.org; Licencja: domena publiczna, Źródło: www. pixabay.com.

Ćwiczenie 2

Podaj, jakie dwie główne grupy metod barwienia szkła wyróżniono na mapie myśli. Wyjaśnij główną różnicę między nimi.

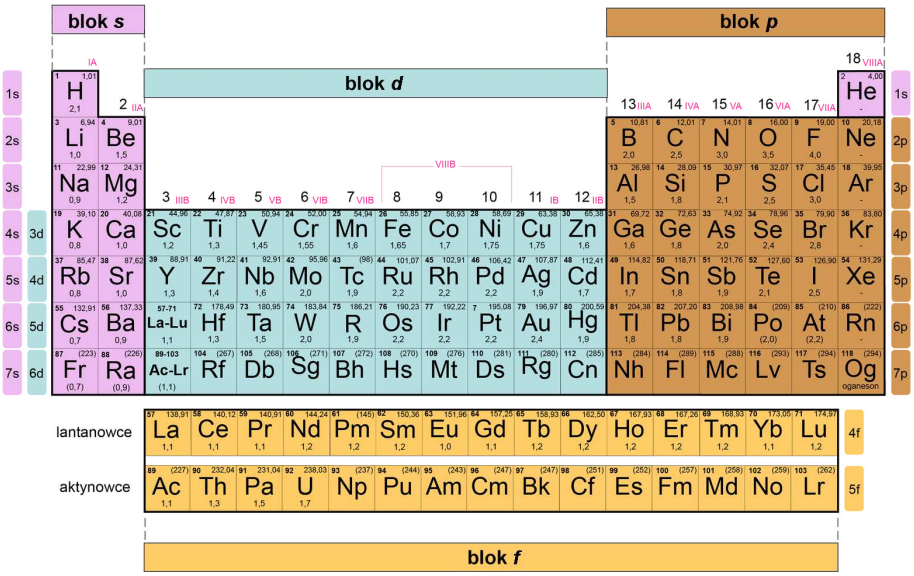


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

Na podstawie informacji zawartych w układzie okresowym pierwiastków zaznacz pięć symboli i nazw pierwiastków metali przejściowych.



Podział układu okresowego na bloki energetyczne

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

- B (bor), S (siarka), Se (selen), Bi (bizmut), Cl (chlor)
- Mn (mangan), Co (kobalt), Pt (platyna), Zn (cynk), Ni (nikiel)
- Ac (aktyn), Gd (gadolin), Ho (holm), Lu (lutet), Pr (prazeodym)
- Li (lit), Na (sód), Cs (cez), Sr (stront), Mg (magnez)

Ćwiczenie 4

Dopasuj symbol i nazwę pierwiastka do koloru roztworu.

wanad V

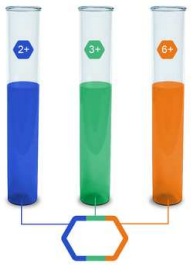
żelazo Fe

miedź Cu

mangan Mn

tytan Ti

tytan Ti



chrom Cr

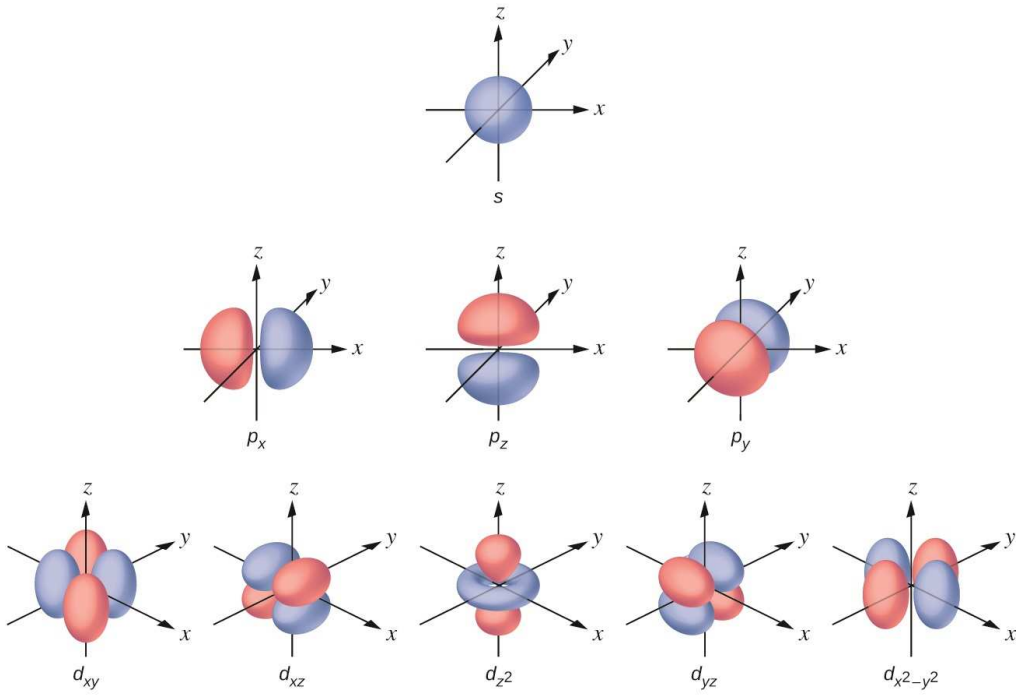
nikiel Ni

kobalt Co

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

Ćwiczenie 5

Na schematach przedstawiono rodzaje orbitali. Wskaż, które biorą udział w zjawisku barwienia szkła oraz podaj, które metale je posiadają i mają na nich elektrony.



Orbitale atomowe

Źródło: Openstax, dostępny w internecie: OpenStax Content, licencja: CC BY 4.0.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6

Uzyskiwanie szkła barwionego to proces dodawania tlenków metali przejściowych lub innych substancji chemicznych. Połącz kolory szkła z substancją chemiczną, która tworzy daną barwę.

erb Er^{3+}	czerwony
kadm CdS	zielony
uran $U^{4+/5+/6+}$	ciemnopomarańczowy
miedź Cu^{2+}	jasnofioletowy
żelazo-siarka $Fe - S$	żółty
selen-kadm $Se - Cd$	niebieski
nikiel Ni^{3+}	jasnozielony
neodym Nd^{3+}	fioletowy
koalt Co^{2+}	brązowy
chrom Cr^{3+}	granatowy
miedź-cyna $Cu - Sn$	ciemnoróżowy
złoto Au	ciemnofioletowy
żelazo Fe^{2+}	ciemnozielony
mangan Mn^{3+}	różowy

Ćwiczenie 7

Zapoznaj się z poniższym tekstem źródłowym dotyczącym produkcji bombek i odpowiedz na pytanie.

„Dział dmuchalni – tam, niezależnie od pory roku jest bardzo gorąco. Dlaczego? Ponieważ na hali stoją palniki, które rozgrzewają szklane rury do czerwoności. Szkło w temperaturze ok 650°C zaczyna być plastyczne. Dzięki temu wykwalifikowany dmuchacz może stworzyć dowolny kształt. Kiedy wydmuszka się schłodzi rozpoczyna się proces srebrzenia bombki."

/Źródło: Oficjalna strona internetowa producenta szklanych bombek choinkowych Vitbis, vitbis.com [dostęp online: 11.03.2020 r.]/

Na podstawie powyższego tekstu oraz przy pomocy dostępnych Ci źródeł odpowiedz, jaki związek chemiczny jest wykorzystywany do srebrzenia bombek.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8

Zapoznaj się z poniższym tekstem źródłowym dotyczącym huty szkła „Jabłonna” i odpowiedz na pytanie.

„W latach 1921–1922 w hucie prowadzono doświadczenia nad kolorem szkła najlepszego do przechowywania piwa, wykazując, że najlepsze było szkło ciemno rubinowe, praktycznie jednak niedostępne ze względu na konieczność użycia w produkcji tlenku złota. Pozostawało szkło oranżowe. Doświadczenie udowodniło fatalny wpływ szkła białego na ówczesne piwo (psuło się znacznie szybciej, skracając okres przechowywania nawet o 15%).”

/Źródło: Oficjalna strona internetowa czasopisma Barwy Szkła, barwyszkla.pl [dostęp online: 11.03.2020 r.]/

Na podstawie powyższego tekstu oraz przy pomocy dostępnych Ci źródeł odpowiedz, jaki pierwiastek lub związek chemiczny jest wykorzystywany do produkcji szkła oranżowego.

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Danuta Jyż-Kuroś

Przedmiot: chemia

Temat: Jak ubarwić bezbarwność?

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

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

2) opisuje proces produkcji szkła; jego rodzaje, właściwości i zastosowania.

Zakres rozszerzony:

XI.Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

2) opisuje proces produkcji szkła; jego rodzaje, właściwości i zastosowania.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje w zakresie wielojęzyczności;
- 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:

- wymienia techniki barwienia szkła;
- omawia założenia poszczególnych technik barwienia szkła;
- identyfikuje na podstawie fotografii danego produktu szklanego nazwę metody produkcji użytej do jego wytworzenia;
- wskazuje jon, atom lub związek chemiczny odpowiadający za daną barwę szkła;
- wyjaśnia zależność barwy szkła od budowy atomów metali przejściowych.

Strategia nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika słoneczko;
- technika zdań podsumowujących.

Formy zajęć:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu;
- słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica multimedialna/tablica biała;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel rozpoczyna od pokazania dwóch fotografii. Prosi uczniów, by przyjrzeli się uważnie fotografiom i zastanowili, jakie emocje w nich wywołują. Podopieczni mają napisać na szarych karteczkach nazwy emocji, jakie wywołuje pierwsze zdjęcie, a na kolorowych – nazwy emocji wywołanych przez drugą fotografię. Z zapisu uczniów prowadzący formułuje tzw. słoneczka. W środku szarych karteczek pisze „Szary świat", w kolorowych „Kolorowy świat". Jeśli nazwa emocji pojawia się więcej niż jeden raz, to przykleja jedna za drugą (tworzy dłuższy promień słońca). Promieni będzie tyle, ile zrodzonych emocji. Potem nauczyciel prosi uczniów o wyciągnięcie wniosków, która fotografia spowodowała, że czujemy się lepiej. Jeśli pojawi się hasło w wypowiedziach uczniów: kolorowe szkło, witraż (widziane na drugim zdjęciu), wówczas podajemy temat lekcji. Przechodzimy do następnego etapu. W przeciwnym wypadku naprowadzamy uczniów, prosząc o opisanie elementów widocznych na zdjęciu.

2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia barwienie szkła.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel przedstawia plan pracy uczniów i zasady realizacji tematu lekcji. Propozycją jest Naukowa Grupa Dochodzeniowa. Podopieczni odpowiadają na pytanie zawarte w temacie. Materiałem, który mają ubarwiać, jest szkło. Muszą przeprowadzić dochodzenie wyjaśniające, dlaczego uzyskuje się różne kolory szkła. Wyjaśnienie powinno być interdyscyplinarne i odnosić się do współczesnego stanu wiedzy, z przynajmniej dwóch nauk (np. chemii i fizyki).
2. Uczniowie dobierają się w grupy minimum czteroosobowe. Na przeprowadzenie dochodzenia mają czas ok. 15 minut. Mogą korzystać z e-materiału, własnej wiedzy i zasobów naukowych Internetu. Forma prezentacji wyników pracy zależy od pomysłu każdej grupy. Na prezentację mają maksymalnie trzy minuty.
3. W czasie pracy grupowej nauczyciel monitoruje postępy pracy. Dba o właściwe tempo pracy. Pomaga grupom wolniej realizującym zagadnienie przeorganizować przydział zadań. Kontroluje, jaką formę prezentacji wybrała dana grupa. Jeśli grupa zakończy zadanie przed czasem – pracuje z multimedium bazowym.
4. Prezentacje zespołów odbywają się zgodnie z czasem zakończenia pracy. Nauczyciel dba o poprawność merytoryczną i językową.
5. Po prezentacji, w ramach podsumowania podopieczni podkreślają trzy atuty prezentacji i nakreślają dwa kierunki do dopracowania (jeśli są). Wszystkie grupy prezentują efekty pracy.
6. Uczniowie w parach sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia w e-materiale - sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Podaje uczniom zdania do dokończenia:

- Jakie są techniki barwienia szkła?
- Związki chemiczne jakich pierwiastków barwią szkło na fioletowo, niebiesko i zielono?
- Wymień nazwy pięciu tlenków metali przejściowych, które stosuje się do uzyskiwania szkła barwionego.

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 trudności ...

3. Jeśli zostaje czas, prowadzący przeprowadza krótką dyskusję na temat, jak urządzić wnętrze z wykorzystaniem elementów szklanych, by korzystnie wpływać na samopoczucie osób, które będą w nim przebywały.

Praca domowa:

Uczniowie projektują wnętrze, wspierające pozytywne samopoczucie. Wykorzystują przy tym elementy szklane. Zadanie wykonują za pomocą opisu, rysunku, grafiki komputerowej lub zdjęcia istniejącego wnętrza.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Medium można wykorzystać przed lekcją do wzbudzenia ciekawości ucznia. W czasie lekcji natomiast dla zagospodarowania czasu uczniom zdolnym. Do sprawdzenia wiedzy z prezentowanej jednostki lekcyjnej. Na zajęciach z wychowawcą/lekcji wiedzy o społeczeństwie – zagadnienia związane z wartością pracy zawodowej.

Materiały pomocnicze:

1. Pytania podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Jakie są techniki barwienia szkła?
- Związki chemiczne jakich pierwiastków barwią szkło na fioletowo, niebiesko i zielono?
- Wymień nazwy pięciu tlenków metali przejściowych, które stosuje się do uzyskiwania szkła barwionego.

2. Nauczyciel przygotowuje dwie fotografie w wersji elektronicznej:

Plik o rozmiarze 166.92 KB w języku polskim

Plik o rozmiarze 370.30 KB w języku polskim

3. Nauczyciel przygotowuje:

- małe estetyczne karteczki w kolorze szarym (dla każdego ucznia po cztery) i kolorowe (dla każdego ucznia po cztery);
- dwa arkusze papieru do przyklejenia karteczek z nazwami emocji;
- przedmiot z przezroczystego, bezbarwnego szkła.

Dla uczniów zainteresowanych przedmiotem:

- http://www.kchn.pg.gda.pl/didactics/nanolab/cw2.pdf
- https://docplayer.pl/47803337-9-ceramika-szklo-irena-zubel-wydzial-elektroniki-mikrosystemow-i-fotoniki-politechnika-wroclawska-na-prawach-rekopisu.html
- http://www.chemia.uni.lodz.pl/acch/prezentacje/Malgorzata_Domagala_ACCh_2014_2015.pdf