

Tlenek tytanu(IV) i jego wachlarz zastosowań

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



Tlenek tytanu(IV) i jego wachlarz zastosowań

Tytan znalazł zastosowanie jako biomateriał. Jest wykorzystywany m.in. do produkcji protez i implantów.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Tlenek tytanu(IV) (TiO_2) to bezzapachowe, białe ciało stałe. Potocznie nazywany jest jako biel tytanowa lub titania. Jego najważniejsze zastosowania obejmują przemysł farb i lakierów. Polepsza on właściwości powierzchni tworzyw sztucznych. W przemyśle spożywczym związek ten znany jest jako E171, biały barwnik, natomiast w pastach do zębów spełnia rolę czynnika wybielającego. Czy wiesz, że ze względu na jego właściwości takie jak aktywność fotokatalityczna czy silna absorpcja promieniowania UV znaleźć go można w produktach farmaceutycznych, suplementach diety, a nawet w polewach cukierniczych czy owocach kandyzowanych. Czy wiesz, że właściwości dezynfekujące TiO_2 są 3 razy bardziej efektywne od chloru i 1,5 razy od ozonu. Co ciekawe wykazano, że w Stanach Zjednoczonych dzieci poniżej 10 roku życia spożywają dziennie nawet do 1-2 mg tego TiO_2 na kilogram masy ciała.

Twoje cele

- Poznasz właściwości tlenku tytanu(IV).
- Wymienisz zastosowania tlenku tytanu(IV).
- Określisz jakie właściwości tlenku tytanu(IV) odpowiadają za jego stosowanie w medycynie.

Przeczytaj

Wachlarz zastosowań TiO_2

Tlenek tytanu(IV) (TiO_2) został odkryty w 1791 r. w Kornwalii przez Wiliama Gregora. Jest to bezzapachowe, białe ciało stałe niemające smaku. Jest nierozpuszczalny w wodzie, a także w kwasie solnym i azotowym(V). Rozpuszcza się natomiast w kwasie fluorowodorowym. W naturze TiO_2 występuje w trzech strukturach krystalicznych: jako rutyl, anataz i brukit. Na skalę przemysłową TiO_2 produkuje się z ilmenitu (FeTiO_3) i innych rud tytanu. Potocznie TiO_2 określa się za pomocą synonimów takich jak biel tytanowa lub titania.

- nanocząsteczki tlenku tytanu(IV)
 - elektronika
 - powłoki samoczyszczące
 - kosmetyka
 - medycyna
 - farmacja
 - przemysł spożywczy
 - przemysł farb i lakierów
 - przemysł włókien syntetycznych
 - przemysł tworzyw sztucznych

Zastosowania tlenku tytanu(IV).

Najważniejsze obszary zastosowań TiO_2 to **przemysł farb i lakierów**. TiO_2 polepsza właściwości powierzchni tworzyw sztucznych czy włókien syntetycznych, takie jak twardość, wytrzymałość, **współczynnik odbicia**. Zastosowanie TiO_2 wyraźnie poprawia właściwości ochronne tekstyliów przed niekorzystnym wpływem promieniowania ultrafioletowego.

W **przemysle spożywczym** związek ten znany jest jako E171 (biały barwnik). W pastach do zębów spełnia rolę czynnika wybielającego. Co ciekawe, znaleźć go można również

w licznych produktach farmaceutycznych, suplementach diety, a nawet w polewach cukierniczych czy owocach kandyzowanych.

Ze względu na specyficzne właściwości fizyczne i chemiczne TiO_2 , takie jak aktywność **fotokatalityczna**, hydrofilowość czy silna absorpcja promieniowania UV, jest on często wykorzystywany w różnych sektorach **przemysłu, tj. chemiczny, kosmetyczny czy medyczny**. Cząsteczki TiO_2 są stosowane w ceramice szklanej, katalizie, ogniwach słonecznych, przewodnikach elektrycznych i ekranach słonecznych.

Właściwości fotokatalityczne TiO_2

Energia słoneczna docierając do powierzchni **półprzewodnika** z tlenku tytanu(IV) wybija elektrony, które w kontakcie z cząsteczkami tlenu tworzą cząsteczki anionorodnika ponadtlenkowego $\text{O}_2^- \bullet$. Dodatkowo naładowana powierzchnia **fotokatalityczna** TiO_2 zabiera elektrony z wody zawartej w powietrzu, co skutkuje wytworzeniem rodników hydroksylowych $\bullet\text{OH}$. Proces ten wykorzystuje się do rozkładu zanieczyszczeń organicznych ze środowiska, gdyż powstałe reaktywne formy tlenu (RFT), głównie $\text{O}_2^- \bullet$ i $\bullet\text{OH}$ utleniają je do wody i tlenku węgla(IV).

Oczyszczanie wody

Fotokatalityczna właściwość TiO_2 znalazła wiele zastosowań. Wykorzystywana jest m.in. do usuwania z wody pozostałości pestycydów, leków, barwników, środków powierzchniowo czynnych i hormonów.

Produkcja powierzchni samoczyszczących i samosterylizujących

Kolejnym zastosowaniem jest wykorzystanie tej cechy do produkcji powierzchni samoczyszczących i samosterylizujących (np. produkcja okien, szyb i lusterek samochodowych). Na skutek oddziaływania z promieniowaniem UV, zabrudzenia nagromadzone na hydrofilowych powierzchniach pokrytych TiO_2 ulegają dekompozycji, tracą swoją przyczepność i z łatwością mogą zostać zmyte przez opady atmosferyczne.

Budownictwo

Z właściwości tej korzysta się również w budownictwie. Materiały budowlane pokryte TiO_2 zapewniają znakomite własności antystatyczne oraz hydrofilowe, utrzymując ściany budynków w czystości przez wiele lat.

Zwalczanie drobnoustrojów

Fotokatalityczną właściwość tlenku tytanu(IV) stosuje się także w przypadku zwalczania mikroorganizmów, czyli właściwość ta ma zastosowanie biologiczne. Neutralizuje

niepożądane zapachy, zwalcza wirusy, grzyby, bakterie, a nawet komórki nowotworowe. TiO_2 wykorzystano do neutralizacji gronkowca złocistego czy wirusa grypy.

Oczyszczanie powietrza

Do usuwania toksycznych i kancerogennych gazów z powietrza, takich jak lotne związki organiczne, uważane za przyczynę nowotworów krwi u dzieci również stosuje się tlenek tytanu(IV). Fotokatalityczna produkcja rodników hydroksylowych przez TiO_2 przyspiesza rozrywanie wiązań chemicznych w lotnych związkach organicznych, co sprawia, że gazy stają się nieszkodliwe dla ludzi. Dodatkowo oczyszczają przy tym powietrze z nieprzyjemnych zapachów (np. moczu, fekaliiów, tlenku azotu, formaldehydu, benzyny).

TiO_2 stosuje się także do redukcji lub eliminacji zanieczyszczeń powietrza tlenkami azotu czy dymem papierosowym. Dodanie go do betonu drogowego pomaga usuwać związki azotu zawarte w spalinach samochodowych. Pod wpływem promieniowania ultrafioletowego, szkodliwe związki są neutralizowane do niegroźnych azotanów, które następnie spłukuje deszcz.

Medycyna i stomatologia

Cechą warunkującą wykorzystanie TiO_2 w medycynie jest jego biokompatybilność z tkankami. Materiały na bazie TiO_2 o właściwościach fotokatalitycznych znajdują zastosowanie w różnych obszarach medycyny.

- tlenek tytanu(IV) w medycynie i stomatologii
 - preparaty odkażające
 - inżyniera tkankowa
 - terapie nowotworowe
 - dermatologia
 - rekonstrukcja tkanek twarzy
 - implanty stomatologiczne i kostne
 - prototypy szczoteczek do zębów

Właściwości odkażające

Wykorzystywane są w preparatach do odkażania narzędzi chirurgicznych, cewników czy powierzchni ze względu na właściwości antybakteryjne.

TiO₂ jako biomateriał

Kolejnym zastosowaniem jest podejście inżynieryjne. Tlenek tytanu(IV) jest składnikiem biokompozytów. Pod wpływem światła wykazuje on zabójczy efekt w stosunku do bakterii *Escherichia coli* i grzybów *Candida albicans*.

Stosuje się go także jako biomateriał w **tworzeniu implantów stomatologicznych i kostnych**. Rozwiązują one problem zakażeń i infekcji długo gojących się ran w zabiegach dentystycznych. Implanty te są przezroczyste, tanie i funkcjonalne. Oprócz biokompatybilności zastosowanie TiO₂ zapewnia szybszy wzrost tkanki kostnej i trwałość implantu.

Natomiast wykorzystanie go w materiałach do **rekonstrukcji tkanek twarzy** powoduje zachowanie koloru, a także polepsza właściwości mechaniczne zastosowanych materiałów m.in. na zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie.

Prototypy szczoteczek

Stworzono także prototypy szczoteczek do zębów, które nie wymagają pasty. W przypadku materiałów stomatologicznych, zastosowanie kompozytów zawierających TiO₂ powoduje wzrost współczynnika elastyczności, twardości, siły wiązania, homogenności czy opalizacji.

Terapie antynowotworowe

Połączenie TiO₂ z promieniowaniem UV lub ultradźwiękami znalazło zastosowanie w terapiach antynowotworowych. Daje to efekt niszczenia komórek nowotworowych.

Dermatologia

Ostatnim zastosowaniem jest wykorzystanie TiO₂ w dermatologicznych preparatach leczniczych. Stosuje się go w przypadku występowania trądziku młodzieńczego czy atopowego zapalenia skóry.

Przemysł spożywczy i kosmetyczny

TiO₂ jest substancją powszechnie dodawaną do produktów żywnościowych, kosmetyków i produktów higieny osobistej. Do kosmetycznych produktów zawierających TiO₂ można zaliczyć kremy z filtrem, preparaty „anti-aging”, pudry, podkłady, kremy nawilżające,

mleczka, a także kosmetyki rozświetlające i cienie do powiek, szampony do włosów i dezodoranty.

TiO₂ w kremach z filtrem

TiO₂ pełni w preparatach kosmetycznych funkcję filtra UV oraz środka zagęszczającego. Jest obojętny chemicznie, biały i bardzo trwały. Rozjaśnia też inne pigmenty. Jest słabo rozpuszczalny w wodzie, ale dobrze rozpuszcza się w olejach. Posiada wysoki współczynnik załamania światła (2,7).

Właściwości oraz działanie TiO₂ są ściśle uzależnione od stopnia rozdrobnienia. Wprowadzenie do kosmetyku zbyt dużych nanocząsteczek powoduje bielenie skóry. Są one również bardziej podatne na ścieranie, przez co nie są w stanie zapewnić dostatecznej ochrony przed szkodliwym działaniem promieniowania ultrafioletowego. Z kolei zmniejszenie ich rozmiarów może przyczynić się do wzrostu penetracji w głąb warstw skóry i powodować ich trwałe zaabsorbowanie.

Cytotoksyczność cząsteczek TiO₂ także zależy od ich rozmiarów. Im mniejsze nanocząsteczek, tym ich toksyczność jest większa. TiO₂ jako filtr UVA i UVB, absorbuje światło do długości fali równej 388 nm. Z jednej strony TiO₂ ma działanie ochronne, ale z drugiej strony, foton padający na powierzchnię skóry chronionej przez TiO₂ generuje rodniki hydroksylowe, najsilniejsze w naturze utleniacze co może prowadzić do przyspieszonego starzenia.

Tlenek tytanu (IV) jako dodatek do żywności

Największą jego zawartością wśród produktów spożywczych charakteryzują się słodycze, gumy do żucia oraz wyroby z białą, lukrową polewą. Znajdziemy go również w licznych suplementach diety. Ze względu na fakt, że jest on masowo dodawany do żywności, kosmetyków i produktów codziennego użytku, jest on również uwalniany do środowiska naturalnego. Dowiedziono, że wpływa on na zahamowanie wzrostu glonów.

Słownik

fotokataliza

zmiana szybkości reakcji chemicznej pod wpływem promieniowania dzięki obecności fotokatalizatora czułego na światło. Przykładem fotokatalizatora są TiO₂, ZnS, CdS

półprzewodniki

substancje, najczęściej krystaliczne, których konduktywność może być zmieniana w szerokim zakresie poprzez domieszkowanie, ogrzewanie, oświetlenie lub inne

czynniki. Przewodnictwo typowego półprzewodnika plasuje się między przewodnictwem metali i dielektryków

reaktywne formy tlenu, RFT (lub ROS, od ang. reactive oxygen species)

reaktywne indywidua chemiczne zawierające w swoim składzie atomy tlenu z niesparowanym elektronem (rodniki) lub wiązania O – O i zdolne do uczestniczenia w reakcjach chemicznych, które odgrywają znaczącą rolę w metabolizmie i starzeniu się organizmów żywych

współczynnik odbicia

stosunek natężenia fali odbitej do natężenia fali padającej

Bibliografia

Kosmala K., Szymańska R., *Titanium dioxide (iv) nanoparticles. Production, properties and application*, „KOSMOS” 2016, t. 65, nr 2, s. 235–245.

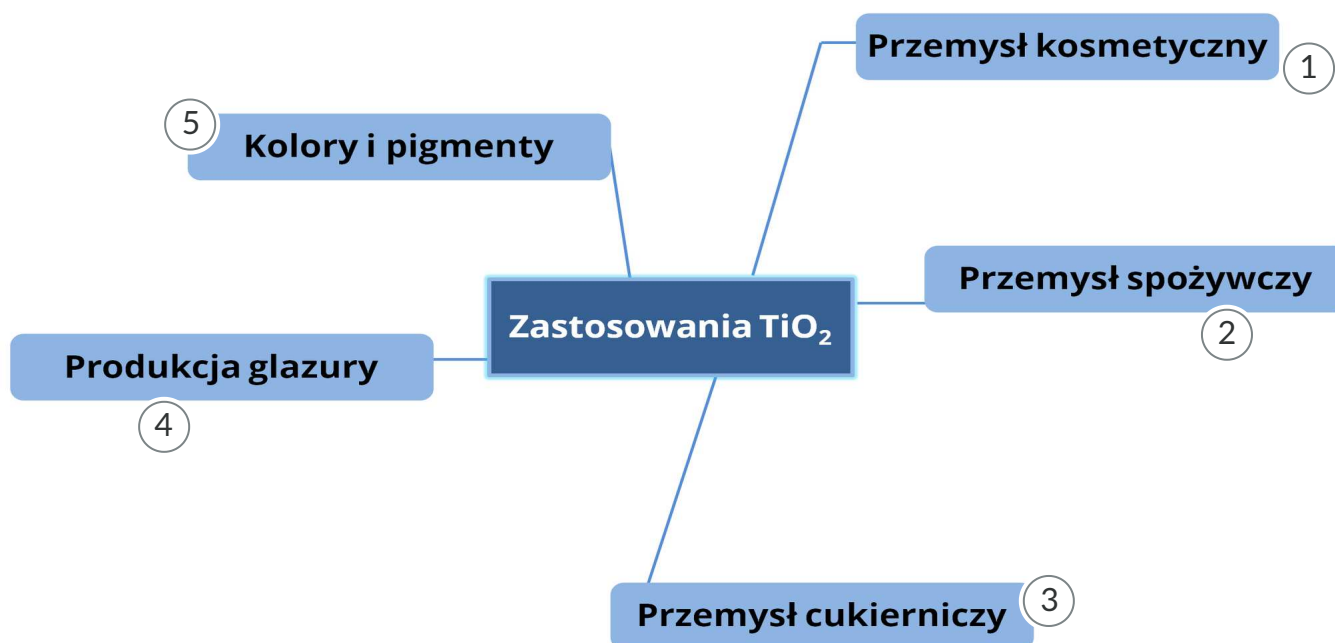
Bieleński A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1987.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *Chemia ogólna i nieorganiczna*, Warszawa 2002.

Mapa pojęć

Polecenie 1

Czy wiesz jakie są zastosowania tlenku tytanu(IV)? Przeanalizuj mapę myśli, a następnie odpowiedz na pytania.



Mapa pojęć pt. „Zastosowanie tlenku tytanu(IV)”

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. <http://tdma.info/what-is-titanium-dioxide>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Na podstawie powyżej mapy pojęć oraz dostępnych źródeł, uzupełnij mapę myśli o właściwości chemiczne i właściwości fizyczne tlenku krzemu(IV), decydujące o jego szerokim zastosowaniu. Podaj przykłady tych zastosowań.

- Tlenek tytanu(IV)
 - Właściwości fotokatalityczne
 - Zastosowania w medycynie
 - implanty stomatologiczne
 - terapie nowotworowe
 -
 -
 -
 -

Mapa pojęć pt. „Tlenek tytanu(IV)”

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

Polecenie 2

Czy wiesz w jakiej dziedzinie używany jest najczęściej tlenek tytanu(IV)? Przeanalizuj wykres jego zastosowań, a następnie odpowiedz na pytania.

Label : farby i powłoki

Value : 57%

Label : plastik

Value : 25%

Label : papier

Value : 12%

Label : inne

Value : 6%

Wykres zastosowań tlenku tytanu(IV)

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. <https://tdma.info/the-economic-impact-of-titanium-dioxide-in-europe>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2

Dopasuj zastosowanie tlenku tytanu(IV) do jego % wykorzystania.

farby i powłoki	12%
inne	57%
plastik	25%
papier	6%

Ćwiczenie 3

Pod jakim oznaczeniem stosowany jest tlenek tytanu(IV) w żywności, który dodawany jest np. do lodów, czy lukru?



E178

E223

E117

E171

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

Ćwiczenie 4

Z jakiego powodu nanocząsteczki tlenku tytanu(IV) znalazły zastosowanie w produkcji kremów przeciwsłonecznych?

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Tlenek tytanu(IV)...

rozpuszcza się w HCl

rozpuszcza się w HF

to biały proszek

rozpuszcza się w wodzie

Ćwiczenie 2



Właściwości fotokatalityczne tlenku tytanu(IV) polegają na...

neutralizacji reaktywnych form tlenu

wytwarzaniu przez TiO_2 reaktywnych form tlenu

rozkładaniu substancji organicznych na wodę i CO_2

utlenianiu substancji nieorganicznych

Ćwiczenie 3



Tlenek tytanu(IV) jest stosowany...

- w szczoteczkach do zębów
- w leczeniu trądziku
- do produkcji fotokatalitycznych betonów
- w polewach cukrowych

Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższe zdanie wybierając właściwe określenia.

Tlenek tytanu(IV) to , bezwonny proszek. Jest dobrze rozpuszczalny w .
W wodzie jest . Wykazuje właściwości , ponieważ pod wpływem światła tworzy , które utleniają związki organiczne do i . TiO_2 jest stosowany jako filtr UVA i UVB, absorbuje on światło do długości fali równej .
Lepszą ochronę przeciw promieniowaniu UV wykazują cząsteczki TiO_2 o rozmiarach. Cytotoksyczność cząsteczek TiO_2 zależy od . Im mniejsze nanocząsteczki tym ich toksyczność jest .

reaktywne formy tlenu

dużych

rozpuszczalny

biały

COO^-

OH^-

388 nm

CO_2

H_2O

szary

nierozpuszczalny

rozmiarów

fotokatalityczne

kwasicie siarkowym(VI)

większa

małych

kwasicie fluorowodorowym

360 nm

mniejsza

Ćwiczenie 5



E171 to...

antyutleniacz

TiO_2

konserwant

barwnik spożywczy

Ćwiczenie 6



Jaką rolę pełni TiO_2 w pastach do zębów?

chroni przed promieniowaniem widzialnym

jest czynnikiem wybielającym

zwiększa twardość zębów

chroni przed promieniowaniem UV

Ćwiczenie 7



Jaką rolę pełni TiO_2 jako dodatek do tekstyliów?

Ćwiczenie 8



W jaki sposób TiO_2 eliminuje tlenki azotu zawarte w spalinach samochodowych czy dym papierosowy z powietrza? Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Maćkiewicz, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Tlenek tytanu(IV) i jego wachlarz zastosowań

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.

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:

- omawia właściwości tlenku tytanu(IV);
- omawia zastosowania tlenku tytanu(IV);
- określa, jakie właściwości tlenku tytanu(IV) odpowiadają za jego stosowanie w medycynie.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika gadająca ściana;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przed lekcją

Zadaniem uczniów jest poszukanie w domu opakowań kosmetyków i produktów spożywczych, leków zawierających tlenek tytanu(IV) i przyniesienie ich na lekcję jako materiał do wykorzystania podczas lekcji w dyskusji na początku lekcji.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje i pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół zastosowań tytanu. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z zastosowaniem smartfonów/tabletów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie samodzielnie analizują treści zawarte w e-materiale dotyczące zastosowań tlenku tytanu(IV). Po wyznaczonym czasie nauczyciel inicjuje dyskusję w kontekście zastosowań .
2. Nauczyciel losowo dzieli uczniów na trzy grupy, rozdaje arkusze papieru A3, mazaki. Zadaniem każdej grupy będzie wymienienie właściwości bieli tytanowej, które pozwalają na jej zastosowanie:
 - grupa I: farby, barwniki (twardość, wytrzymałość, współczynnik odbicia, poprawia właściwości ochronne przed niekorzystnym wpływem promieniowania, biała barwa. Rozjaśnia też inne pigmenty, chemicznie obojętny);
 - grupa II: pasta do zębów (stabilny biały kolor, właściwości wybielające zębów, chemicznie obojętny);
 - grupa III: ochrona przed UV (właściwości zagęszczające, obojętny chemicznie, biały i bardzo trwałe, rozjaśnia inne pigmenty, słabo rozpuszczalny w wodzie, wysoki współczynnik załamania światła (2,7), aktywność fotokatalityczna, silna absorpcja promieniowania UVA i UV-B).

Uczniowie podczas pracy mogą korzystać z dostępnych źródeł informacji, w tym z e-materiału. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Po wyznaczonym czasie liderzy grup prezentują efekty pracy na forum klasy z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Pozostali uczniowie mogą zadawać pytania i włączać się do dyskusji. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

3. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów poprzez zadawanie przykładowych pytań lub nauczyciel może przygotować quiz z wykorzystaniem aplikacji Kahoot!, Quizizz z zastosowaniem smartfonów/tabletów. Uczniowie odpowiadają na pytania:

- W jakich gałęziach gospodarki ma zastosowanie tlenek tytanu(IV)?
- Na czym polegają właściwości fotokatalityczne tlenku tytanu(IV)?
- Jakie właściwości tlenku tytanu(IV) zdecydowały o jego zastosowaniu w pastach do zębów?
- Co to znaczy, że tlenek tytanu(IV) jest biokompatybilny z tkankami? 2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Dziś nauczyłam/łem się...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się.
2. Uczniowie analizują mapę pojęciową.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Multimedia może być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - W jakich gałęziach gospodarki ma zastosowanie tlenek tytanu(IV)?
 - Na czym polegają właściwości fotokatalityczne tlenku tytanu(IV)?
 - Jakie właściwości tlenku tytanu(IV) zdecydowały o jego zastosowaniu w pastach do zębów?
 - Co to znaczy, że tlenek tytanu(IV) jest biokompatybilny z tkankami?
2. Nauczyciel przygotowuje: arkusze papieru A3, mazaki, glutaki.