



Jakie właściwości posiada ozon?

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



Jakie właściwości posiada ozon?

Ozon, obecny w górnych partiach atmosfery, na wysokości 25-30 km, powoduje, że niebo ma błękitny kolor.

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

Znasz ten zapach po burzy? Taki świeży, lekko drażniący nos? Tak właśnie pachnie ozon. Obecny w górnych partiach atmosfery, na wysokości 25-30 km, powoduje, że niebo ma błękitny kolor. Z kolei Ziemia jest wyposażona w gazową tarczę, która absorbuje promieniowanie ultrafioletowe, będące zagrożeniem dla życia na jej powierzchni. Im większa odległość ozonu od naszej planety, tym mniej powodów do niepokoju, ponieważ jego obecność w pobliżu Ziemi, w powietrzu, którym oddychamy, traktuje się jako zanieczyszczenie. Ozon naturalnie występuje w bardzo niskich stężeniach, dlatego w naszym środowisku można go spotkać dość rzadko, np. podczas wyładowań atmosferycznych, przy wodospadach czy falujących, wzburzonych wodach. Ten znajdujący się w troposferze zwany bywa również „złym ozonem”. Okazuje się więc, że jest dobry i zły jednocześnie. Od czego to zależy?

Twoje cele

- Dowiesz się, jakie cechy fizykochemiczne posiada ozon.
- Wywnioskujesz, jakie są możliwości wykorzystania ozonu przez człowieka.
- Zastanowisz się, jakie zagrożenie niesie za sobą używanie ozonu.

Przeczytaj

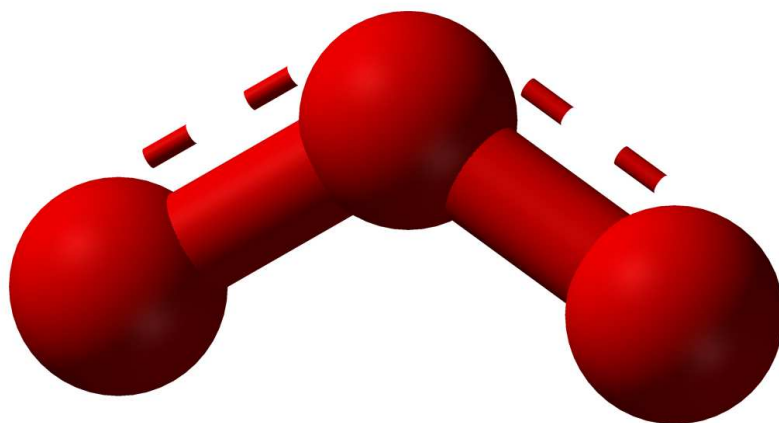
Ozon został odkryty w 1840 r. przez niemieckiego chemika, Christiana Friedricha Schönbeina.

Jego nazwa pochodzi od greckiego słowa *ozein*, co oznacza „zapach”/”pachnący”. Ozon jest alotropową odmianą tlenu, składającą się z trójatomowych cząsteczek. Jako gaz występuje w kolorze bładoniebieskim, po skropleniu przybiera barwę niebieskoczną, a jako ciało stałe jest fioletowoczarne.



Christian Friedrich Schönbein

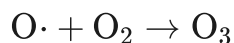
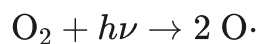
Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.



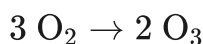
Model kulkowy ozonu

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

Występuje w atmosferze w stanie wolnym. Powstaje w górnych warstwach atmosfery pod wpływem **promieniowania ultrafioletowego**, w wyniku rozpadu cząsteczek O_2 i dalszego ich łączenia, wg równań:



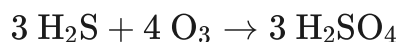
oraz zgodnie z poniższym równaniem reakcji:



Właściwości ozonu

Ozon jest gazem niepalnym, ma natomiast zdolność – podobnie jak O_2 – do podtrzymywania procesów spalania. Jest nietrwały termicznie i rozpada się stopniowo do tlenu już w temperaturze pokojowej. Dobrze rozpuszcza się w wodzie. W stanie ciekłym ma skłonność do rozkładu wybuchowego przy kontakcie ze śladowymi ilościami substancji organicznych i reduktorów, a także w wyniku wszelkich gwałtownych zmian fizycznych, np. wstrząsu, szybkiej zmiany temperatury itp. Literatura podaje też przypadki wybuchów zestalonego ozonu.

To silny utleniacz, zdolny do np. utlenienia siarkowodoru do kwasu siarkowego.



Obok hydroksyli (wolnych rodników $\text{HO}\cdot$) jest jednym z najsilniejszych znanych utleniaczy, występujących naturalnie. Nie tylko chroni cały świat ożywiony przed szkodliwym wpływem słonecznego promieniowania ultrafioletowego, ale także jest bardzo skuteczny w niszczeniu bakterii, wirusów, grzybów i nieprzyjemnych zapachów. Ta cecha pozwala na wiele użytecznych zastosowań, o których powiemy za chwilę.

Porównanie właściwości chemicznych ozonu i tlenu

Właściwość	Ozon	Tlen
Masa cząsteczkowa	48	32
Kolor	jasnoniebieski	bezbarwny
Zapach	zapach po burzy	bezwonny
Rozpuszczalność w wodzie (0°C)	0,64	0,049

Właściwość	Ozon	Tlen
Gęstość $\left[\frac{\text{g}}{\text{l}}\right]$	2,144	1,429
Potencjał elektrochemiczny [V]	2,07	1,23

Źródło danych: www.ozonizer.pl (dostęp 09.02.2021).

Ozon o jasnoniebieskiej barwie i charakterystycznym zapachu ma większą masę cząsteczkową niż bezbarwny i bezwonny tlen. Charakteryzuje się dużo większą gęstością, rozpuszczalnością w wodzie oraz potencjałem elektrochemicznym niż tlen.

Czas połowicznego rozpadu ozonu w powietrzu w zależności od temperatury

Temperatura (°C)	Okres półtrwania (powietrze)*
-50	3 miesiące
-35	18 dni
-25	8 dni
20	3 dni
120	1,5 godziny
250	1,5 sekundy

* Wartości te są wyznaczone wyłącznie w oparciu o rozkład termiczny ozonu. Nie uwzględniają wilgotności, aktywności mikrobiologicznej i innych efektów występujących w danym środowisku.

Źródło danych: www.ozonizer.pl (dostęp 09.02.2021).

Czas połowicznego rozpadu ozonu w wodzie w zależności od temperatury

Temperatura (°C)	Okres półtrwania (woda)*
15	30 minut
20	20 minut
25	15 minut

Temperatura (°C)	Okres półtrwania (woda)*
30	12 minut
35	8 minut

* Wartości te są wyznaczone wyłącznie w oparciu o rozkład termiczny ozonu. Nie uwzględniają wilgotności, aktywności mikrobiologicznej i innych efektów występujących w danym środowisku.

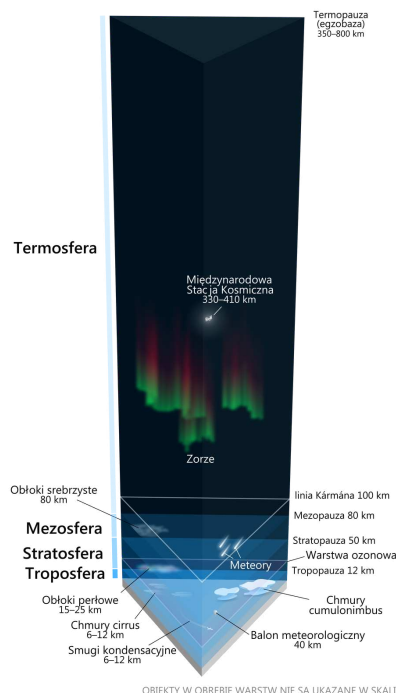
Źródło danych: www.ozonizer.pl (dostęp 09.02.2021).

Działanie ozonu na zdrowie

Ozon może działać pozytywnie lub może szkodzić – wszystko zależy od miejsca w atmosferze, gdzie występuje. Dlaczego akurat lokalizacja ma znaczenie? Jeśli chodzi o zrozumienie pozytywnego i negatywnego oddziaływania ozonu, najlepiej oprzeć się na stwierdzeniu Environmental Protection Agency (Agencji Ochrony Środowiska): „wysoko – dobrze, nisko – źle”. W stratosferze (czyli warstwie atmosfery przylegającej bezpośrednio do troposfery, inaczej gazowej strefy, w której żyjemy) zachodzi absorpcja słonecznego promieniowania ultrafioletowego przez ozon, gdzie także znajduje się warstwa ozonowa.

Produkcja ozonu zachodzi głównie w niskich i średnich szerokościach geograficznych, natomiast w obszarach polarnych powstają tzw. dziury ozonowe, związane z reakcjami chemicznymi, zachodzące na chmurach stratosferycznych. Bardzo ograniczone mieszanie sprawia, że substancje, które dostały się do stratosfery, pozostają w niej na długo. Dotyczy to m.in. freonów, szczególnie niszczących ozon, pyłu wulkanicznego i spalin rakiet.

Ten ozon posiada cechy pozytywne dla naszego istnienia, ponieważ zapobiega dotarciu szkodliwego promieniowania ultrafioletowego do powierzchni Ziemi.



Pionowy podział atmosfery ziemskiej z zachowaną skalą wysokości

Źródło: Kelvinsong, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Gdy ten sam ozon znajdzie się w warstwie przyziemnej, staje się poważnym zagrożeniem dla dróg oddechowych. Stąd stwierdzenie EPA: „nisko — źle”. Powodem wielkiej szkodliwości ozonu, występującego we wdychanym powietrzu, jest to, że tak silny utleniacz jak ozon – gdy jego stężenie wynosi powyżej 50 ppb (z ang. part per billion, liczba części na miliard, 10^{-9}) – może uszkadzać błony śluzowe oraz tkanki układu oddechowego ludzi i zwierząt, a także aparaty szparkowe roślin. W pomieszczeniach najczęściej pojawia się wraz z powietrzem z zewnątrz, głównie z układów wydechowych samochodów, ale i urządzenia biurowe oraz domowego użytku mogą emitować cząsteczki ozonu. Należą do nich sprzęty zasilane energią elektryczną, które pracują pod wysokim napięciem, czy też generujące promieniowanie ultrafioletowe, np. suszarki do włosów, miksery, drukarki laserowe, a szczególnie ozono-twórcze kserokopiarki. Wielu producentów, dostrzegając problem, stara się podjąć niezbędne środki w celu eliminacji szkodliwych substancji wydzielających się podczas pracy urządzeń kopiujących. Innowacją stały się w ostatnich czasach filtry stosowane w drukarkach i kserokopiarkach. Ograniczają one do pewnego stopnia emisję drobno-dyspersyjnych pyłów, lecz niestety nie eliminują emisji ozonu. Podkreślić należy jednak konieczność stosowania w tych pomieszczeniach sprawnej wentylacji.

Nawet niewielkie ilości ozonu mogą być szkodliwe dla zdrowia. Do wczesnych objawów narażenia na działanie ozonu można zaliczyć m.in.:

- podrażnienie spojówek;
- suchość w jamie ustnej;
- kaszel;
- trudności z oddychaniem;

- świszczący oddech;
- duszność oraz ból w klatce piersiowej.

Trwałe zagrożenie dla zdrowia, np. choroby układu oddechowego, występuje w przypadku wdychania powietrza o wysokim stężeniu ozonu lub o niskim stężeniu ozonu przez dłuższy czas.

Wpływ stężenia ozonu i czasu ekspozycji na układ oddechowy

Stężenia O ₃ [$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$]	Czas ekspozycji (godziny)	Rodzaj reakcji
> 200	< 1	łzawienie, suchy kaszel, utrudniony oddech
160-300	> 6,5	zmiany w badaniach czynnościowych oddychania
> 160	> 6,5	reakcje zapalne śluzówki
240-300	> 6,5	wzrost częstotliwości napadów astmy
240-740	> 6,5	spadek sprawności wysiłkowej

Źródło danych: WHO Regional Office for Europe. *Health risk of ozone from long-range transboundary air pollution*. WHO Kopenhaga 2008.

Możliwości wykorzystania właściwości ozonu

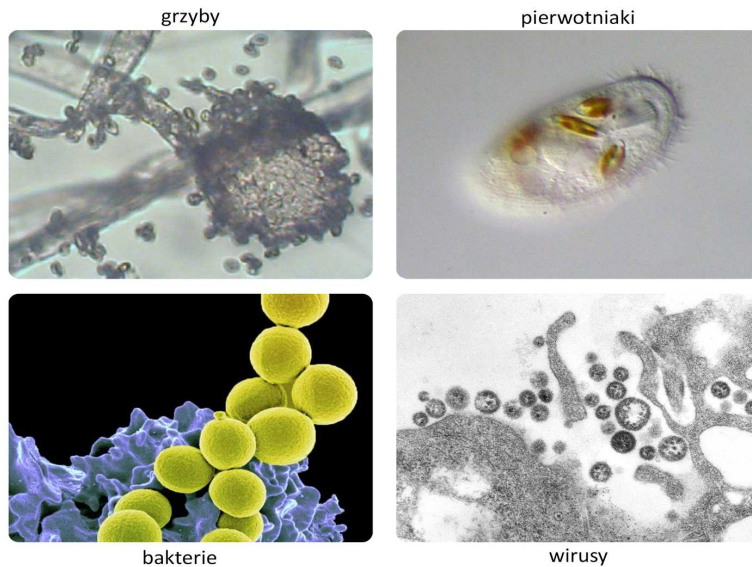
Mapa pojęć pt. „Zastosowania ozonu”
 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Działanie utleniające i dezynfekujące

Ozon działa utleniająco i dezynfekująco, co sprawia, że stał się bronią skierowaną przeciw bakteriom, wirusom, pierwotniakom i grzybom. Niszczenie patogenów przez ozon opiera się na jego silnych właściwościach utleniających.

OZON

działanie utleniające i dezynfekujące



Ozon, dzięki swoim właściwościom utleniającym, jest skuteczny w zwalczaniu wirusów, bakterii, pierwotniaków i grzybów.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. kolaż na podstawie: Picturepest (pxhere.com) – pierwotniaki, NIAID/NIH (commons.wikimedia.org) – bakterie, pprzybyszewski (commons.wikimedia.org) – grzyby oraz C. S. Goldsmith (commons.wikimedia.org) – wirusy, licencja: CC BY-SA 3.0.

Bakterie i wirusy należą do organizmów prokariotycznych – nie posiadają jądra komórkowego, a ich ściana komórkowa nie zawiera cholesterolu. Stąd są bardziej wrażliwe na toksyczne działanie bardzo reaktywnego ozonu niż komórki eukariotyczne, zawierające lipidową błonę komórkową. Ujemny ładunek elektryczny komórek bakteryjnych przyciąga bipolarną cząsteczkę ozonu. Tlen atomowy, jako reaktywna forma powstała z rozpadu ozonu, reaguje ze związkami organicznymi, powodując ich utlenienie. Ozon w pierwszej kolejności niszczy ścianę komórkową bakterii, a następnie reaguje ze znajdującymi się w błonie komórkowej nienasyconymi cząsteczkami kwasów tłuszczowych, fosfolipidów i białek. Modyfikacja błony komórkowej zaburza i blokuje system enzymatyczny, prowadząc do wtórnych uszkodzeń DNA i śmierci komórki bakteryjnej.

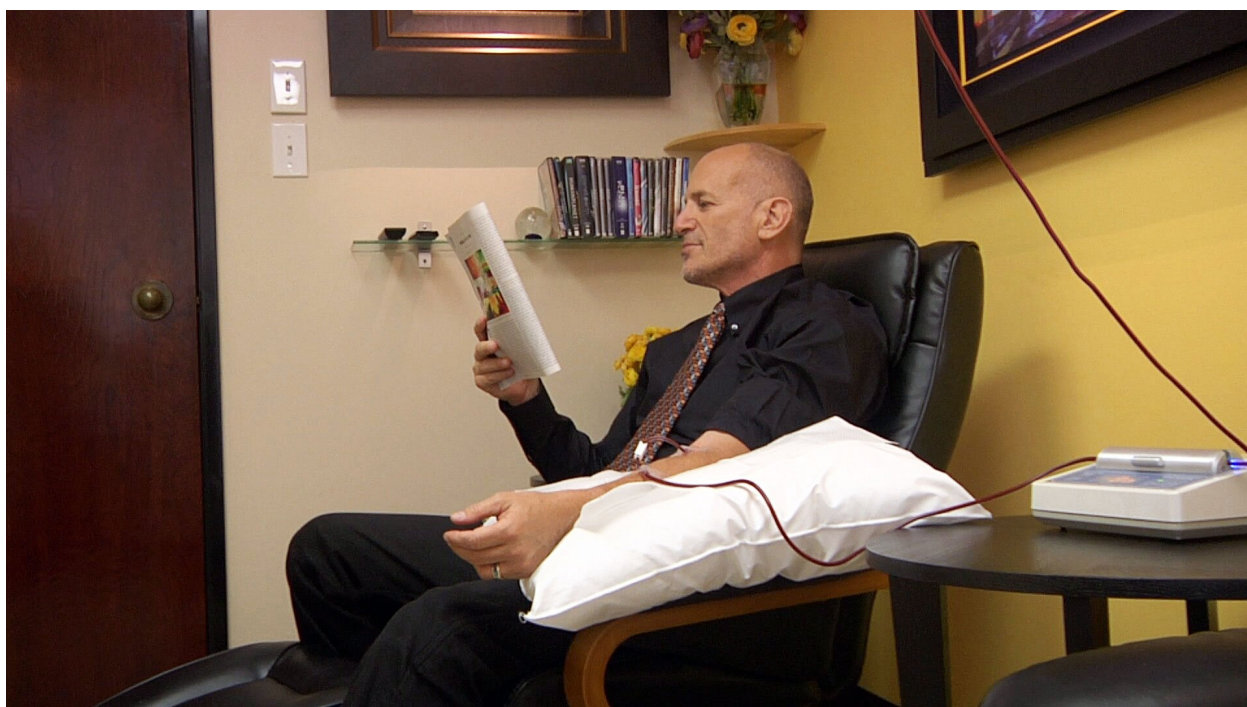
Podobny mechanizm działania ozonu zachodzi w komórkach grzybów oraz wynika z braku cholesterolu w ich ścianach komórkowych.

Działanie przeciwwirusowe związane jest z utleniającym działaniem ozonu na kapsydy wirusów. Ozon powoduje blokadę receptora odpowiedzialnego za kontakt z komórką gospodarza, a tym samym uniemożliwia wnikanie do jej wnętrza i replikację wirusa. Jest

również skuteczny w niszczeniu zarówno form wegetatywnych, jak i przetrwalnikowych drobnoustrojów.

Ozonoterapia

Zastosowanie ozonoterapii może być metodą pobudzania systemu odpornościowego u pacjentów z zespołem obniżonej odporności lub jej brakiem. Terapia niskimi stężeniami pobudza naturalne zdolności odpornościowe organizmu. W odpowiedzi system odpornościowy produkuje specjalną substancję białkową, zwaną cytokiną, która wpływa na regulację wielkości i typu odpowiedzi immunologicznej na patogen. Ozon pobudza również produkcję limfocytów T.



Ozon może działać stymulująco na krążenie krwi.

Źródło: James Mutter, licencja: CC BY-SA 4.0.

Ozon może działać stymulująco na krążenie krwi, ponieważ zmniejsza jej lepkość, przyspiesza metabolizm czerwonych krwinek i uelastycznia błony komórkowe erytrocytów, co ułatwia im przemieszczanie się przez naczynia włosowate. Ponadto obniża stężenie lipidów całkowitych, cholesterolu i trójglicerydów, które są główną przyczyną miażdżycy, a także poprawia natlenowanie krwi. Z tych powodów terapia ozonem zalecana jest w leczeniu chorób układu krążenia.

Ozon wpływa też na intensyfikację procesów gojenia ran, m.in. pobudza ziarninowanie, poprawia naskórkowanie ran oraz miejscowe ukrwienie tkanek, a dodając do tego działanie

antybakteryjne, pomaga w leczeniu trudno gojących się ran oraz owrzodzeń, oparzeń i odleżyn.

Zwiększa możliwości detoksykacyjne wątroby. Inaktywuje wirusy, dzięki czemu sprawdza się w leczeniu chorób wirusowych, takich jak: zapalenie wątroby czy opryszczka. Właściwości bakteriobójcze ozonu wykorzystywane są także w stomatologii zachowawczej, do leczenia próchnicy oraz zakażeń miazgi zęba.

Ozonowanie

Ozonowanie to technologia pozwalająca wydłużyć trwałość owoców na skutek ich dezynfekcji, co umożliwia zastosowanie ozonu w przemyśle spożywczym. Obecnie, na półkach krajowych sklepów, można znaleźć świeże owoce wyhodowane nie tylko w polskich sadach czy polach uprawnych, lecz także w krajach egzotycznych (Chile, Ekwador czy Kostaryka). Jak wytłumaczyć fakt, że owoce te są wysokiej jakości, pomimo dalekiej drogi, jaką przebyły, aby dotrzeć do marketu „za rogiem”? Jak już wielokrotnie wspomniano, ozon jest bardzo silnym utleniaczem i nawet w niewielkich ilościach przyczynia się do likwidacji nie tylko bakterii i grzybów, lecz także wirusów, toksyn i innych szkodliwych związków. Owoce pozbawione kontaktu z tymi patogenami są bardziej trwałe, przez co mogą przetrwać długi transport, magazynowanie i pozostać w obrocie handlowym nieco dłużej. Ozon może być dodawany do płynów używanych do mycia warzyw, owoców, ryb i mięsa, w celu dezynfekcji i przedłużenia trwałości tych produktów.



Ozonowanie to technologia pozwalająca wydłużyć trwałość owoców na skutek ich dezynfekcji.

Wyjaławianie wody pitnej i pomieszczeń

Ozon wykorzystywany jest do wyjaławiania wody pitnej (ozonowanie), pomieszczeń (szczególnie w szpitalach, dzięki np. lampie ozonowej), a także jako reagent w ozonolizie (w procesie stosowanym m.in. w przemyśle do przyspieszania biodegradacji ścieków organicznych, do oczyszczania pomieszczeń i klimatyzatorów).

Dla porównania, działanie bakteriobójcze ozonu jest wielokrotnie skuteczniejsze i szybsze niż chloru. Ozon ma jednak stosunkowo krótki czas rozkładu, przez co ozonowana woda pozostaje aseptyczna przez krótki czas (tzn. nie można jej przesyłać wodociągami). Dlatego ozon nie może całkowicie wyeliminować chloru z procesu uzdatniania wody, jednak może go w istotny sposób ograniczyć, w ilości niezbędnej do utrzymania w sterylności wszystkich nitek sieci wodociągowej po przejściu wody przez stację uzdatniania. Taki zabieg wyraźnie poprawia właściwości organoleptyczne spożywanej wody (brak wyczuwalnego zapachu i smaku chloru oraz mętnego zabarwienia). Ozonu można również używać do wspomagania oczyszczania wód w basenach i pływalniach.



Ozon wykorzystywany jest do wyjaławiania pomieszczeń w szpitalach.

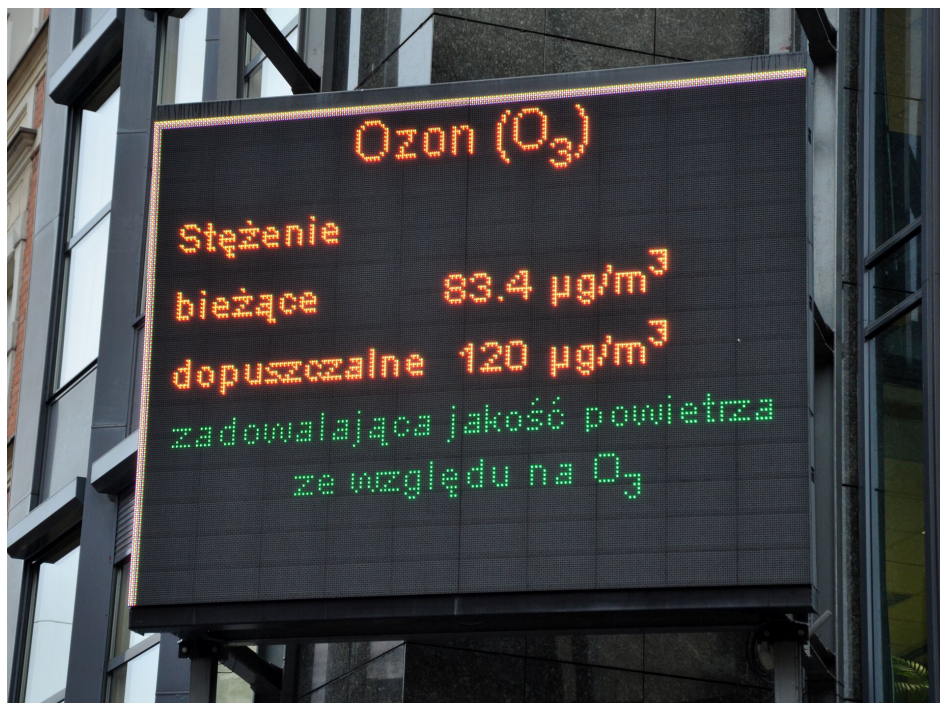
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Negatywne właściwości ozonu

Pomimo wszechstronnego zastosowania i wielu zalet, gaz ten w wysokich stężeniach jest toksyczny. Wysoka koncentracja ozonu wywołuje podrażnienie spojówek, suchość w jamie ustnej, bóle głowy, napady astmy, duszność i bóle w klatce piersiowej, a w skrajnych przypadkach sprzyja zaburzeniom układu nerwowego i odurzenie.

Ozon jest gazem drażniącym, powoduje uszkodzenie błon biologicznych przez reakcje rodnikowe z ich składnikami. Po dostaniu się do komórek może hamować działanie enzymów komórkowych, wstrzymując oddychanie wewnątrzkomórkowe.

Najwyższe dopuszczalne stężenie ozonu w miejscu pracy wynosi $0,1 \text{ mg/m}^3$ (wg PN-Z-04007-2:1994 NDS wynosi $0,15 \text{ mg/m}^3$).



Ozon w wysokich stężeniach jest toksyczny.

Źródło: Adrian Grycuk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

promieniowanie ultrafioletowe (skrót UV)

promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali od 10 nm do 400 nm (niektóre źródła za ultrafiolet przyjmują zakres 100–400 nm[2]) jest niewidzialne dla człowieka. Promieniowanie to w zbyt dużej dawce może powodować rumień skóry, objawy alergiczne, a także nowotwory złośliwe skóry, w tym najbardziej agresywnego czerniaka

troposfera ziemska

najniższa warstwa atmosfery planety, w której temperatura maleje z wysokością. Jej górną granicą jest tropopauza, która oddziela ją od wyższej stratosfery. Warstwa ta sięga od powierzchni Ziemi do wysokości ok. 10 km

stratosfera

kolejna nad troposferą warstwa atmosfery zaczyna się od wysokości ok. 10 km nad powierzchnią Ziemi na średnich szerokościach geograficznych, a kończy na wysokości ok. 50 km. i to w niej znajduje się warstwa ozonowa

warstwa ozonowa

warstwa zwiększonej koncentracji ozonu w stratosferze

ozon troposferyczny (smog fotochemiczny, ozon przypowierzchniowy, ozon przygruntowy)

ozon, znajdujący się w troposferze, zwany również „złym ozonem”, w bezpośrednim kontakcie jest toksyczny dla organizmów żywych

The Environmental Protection Agency (EPA lub USEPA), Agencja Ochrony Środowiska

agencja federalna Stanów Zjednoczonych, działająca w celu ochrony zdrowia ludzkiego oraz środowiska naturalnego

Bibliografia

Białoszewski D., Bocian E., Tyski S., *Ozonoterapia oraz zastosowanie ozonu w dezynfekcji*, „Postępy Mikrobiologii” 2012, 51, 3, s. 177–184.

Dobrzański Z., Opaliński, S., 2009. *Ozon - właściwości, zastosowania, korzyści i zagrożenia*, „Chemik” 2009, 62, 11, s. 403–406.

Żelazko A., Mirosławski J., 2012. *Dolegliwości zdrowotne związane z narażeniem na ozon na podstawie subiektywnych opinii osób obsługujących kserokopiarki*, „ZESZYTY NAUKOWE WYŻSZEJ SZKOŁY ZARZĄDZANIA OCHRONĄ PRACY W KATOWICACH” 2012, 1(8), s. 65–73.

Film edukacyjny

Polecenie 1

Jakie właściwości posiada ozon? Jakie ma zastosowania?



Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1FGoQLsc>

Film edukacyjny pt. „Jakie właściwości posiada ozon?”

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

Film nawiązujący do treści materiału – dotyczy właściwości ozonu.

Ćwiczenie 1

Zaznacz właściwości ozonu.

☐ podtrzymuje proces spalania

☐ gaz o gęstości mniejszej niż gęstość powietrza

☐ przeprowadzony w stan ciekły wykazuje właściwości wybuchowe

☐ niereaktywny

☐ gaz o gęstości większej niż gęstość powietrza

☐ nierozpuszczalny w wodzie

☐ dobrze rozpuszczalny w wodzie

☐ nie podtrzymuje procesu spalania

☐ silny utleniacz

☐ bardzo reaktywny

☐ żółty gaz

☐ niebieski gaz

☐ łatwopalny

☐ niepalny

☐ trwały termicznie

☐ silny reduktor

☐ nietrwały termicznie

Ćwiczenie 2

W zależności od miejsca występowania ozonu, można go podzielić na dwie kategorie. Wymień je i określ, który rodzaj ozonu jest szkodliwy, a który nie.

Ozon

Występowanie

Działanie

Ozon

Występowanie

Działanie

Ćwiczenie 3

Wyjaśnij, czym jest dziura ozonowa.

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Podaj trzy charakterystyczne cechy ozonu.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Podaj trzy możliwości zastosowania ozonu w przemyśle spożywczym.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3



Przeanalizuj przytoczony tekst:

„Ozon obecny w stratosferze (warstwie atmosfery położonej powyżej troposfery) pochłania szkodliwe promieniowanie ultrafioletowe. Zmniejszenie ilości ozonu w tej warstwie może mieć istotny wpływ na funkcjonowanie organizmów. Stężenie ozonu w troposferze (przyziemnej warstwie atmosfery) jest znacznie mniejsze niż w stratosferze. Wzrost ilości ozonu troposferycznego pozostaje w ścisłym związku ze wzrostem liczby przypadków astmy i problemów z układem oddechowym wśród populacji miejskiej.”

Na podstawie: O`Niell P., *Chemia środowiska*, Warszawa 1997.

Zaznacz prawidłową odpowiedź.

- ☐ Zmniejszenie ilości ozonu stratosferycznego jest zjawiskiem negatywnym, a wzrost ilości ozonu troposferycznego jest zjawiskiem pozytywnym.
- ☐ Zmniejszenie ilości ozonu stratosferycznego i wzrost ilości ozonu troposferycznego są zjawiskami negatywnymi.
- ☐ Zmniejszenie ilości ozonu stratosferycznego jest zjawiskiem pozytywnym, a wzrost ilości ozonu troposferycznego jest zjawiskiem negatywnym.
- ☐ Zmniejszenie ilości ozonu stratosferycznego i wzrost ilości ozonu troposferycznego są zjawiskami pozytywnymi.

Ćwiczenie 4



Z poniższych cech wybierz te, które dotyczą ozonu.

krzepliwość krwi.

Zwiększa

Zmniejsza

naturalne procesy odpornościowe organizmu.

Obniża

Pobudza

błony komórkowe erytrocytów.

Utwardza

Uelastycznia

napady astmy.

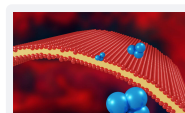
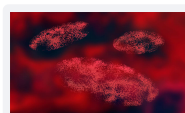
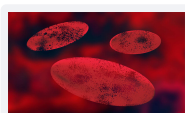
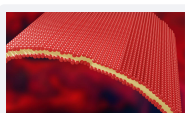
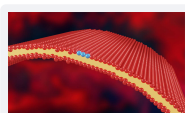
Leczy

Wywołuje

Ćwiczenie 5



Uporządkuj etapy procesu utleniania ściany komórkowej bakterii w wyniku kontaktu z ozonem.



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

Ćwiczenie 6

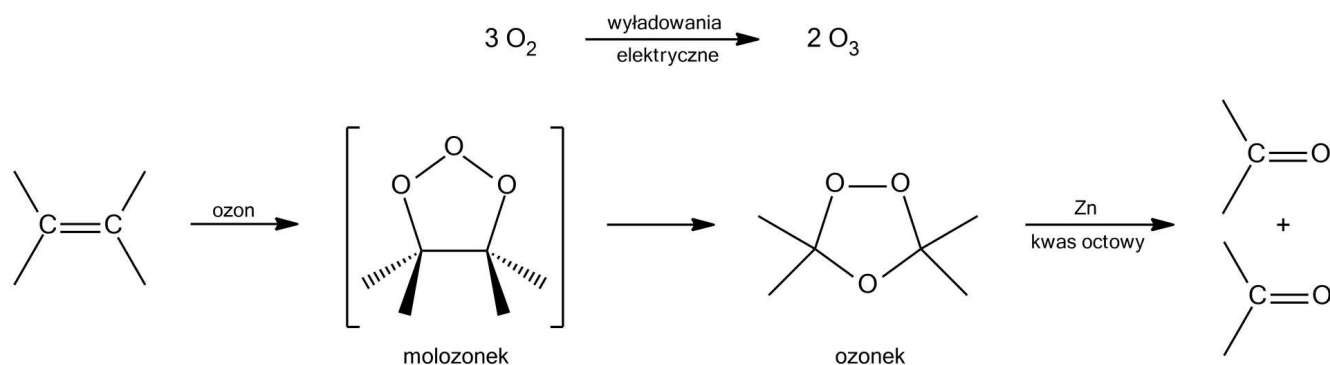


Uzupełnij poniższą tabelę, wybierając właściwe informacje dotyczące ozonu i ditlenu.

Kolor, Zapach, Gęstość gl, ciemnoniebieski, zapach zgniłych jaj, 4,561

Właściwość	Ozon	Tlen
Kolor		
Zapach		
Gęstość gl		

Poniżej przedstawiono mechanizm ozonolizy:



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

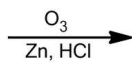
O_3 jest najbardziej użytecznym odczynnikiem rozszczepiającym podwójne wiązania. Otrzymany w wyniku przepuszczenia strumienia tlenu przez wysokonapięciowe wyładowanie elektryczne, szybko przyłącza się do wiązań podwójnych w niskiej temperaturze, dając cykliczne związki przejściowe, zwane molozonkami. Powstałe molozonki szybko przegrupowują się do ozonków. Niskocząsteczkowe ozonki są wybuchowe – nigdy się ich nie wydziela, ale traktuje się je środkiem redukującym, takim jak metaliczny Zn w kwasie octowym, by przeprowadzić je w związki karbonylowe. Ostatecznym efektem sekwencji reakcji ozonolizy/redukcji cynkiem jest rozszczepienie wiązania $\text{C}=\text{C}$ i przyłączenie podwójnym wiązaniem atomu tlenu do każdego z atomów węgla alkeny. Jeśli przy atomach węgla, tworzących wiązanie podwójne, nie ma atomów wodoru, powstają ketony; jeśli z kolei przy atomach węgla, tworzących wiązanie podwójne, jest jeden atom wodoru, powstają aldehydy.

Źródło: McMurry J., *Chemia organiczna*, Warszawa 2005.

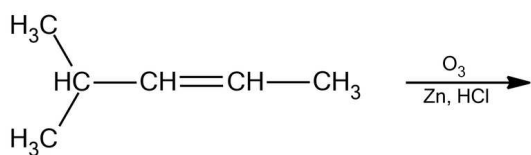
a) Skorzystaj z powyższej informacji i uzupełnij równanie reakcji rozszczepienia 1-metylocykloheksenu, wpisując odpowiednie wzory półstrukturalne związków. W reakcji pominięto etap powstawania molozonku i ozonku.

b) Dokończ poniższe równanie reakcji, wpisując wzory półstrukturalne odpowiednich produktów tej reakcji.

a)



b)



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Napisz, jak rozumiesz dotyczące ozonu hasło Environmental Protection Agency (Agencji Ochrony Środowiska): „wysoko — dobrze, nisko — źle”.

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marta Wróbel, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jakie właściwości posiada ozon?

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

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

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.

Wymagania szczegółowe

Zakres podstawowy

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

7) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; (...).

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

9) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; (...).

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:

- wie, jakie cechy fizykochemiczne posiada ozon;
- wnioskuje, jakie są możliwości wykorzystania ozonu przez człowieka;
- zastanawia się, jakie zagrożenie niesie za sobą używanie ozonu.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna,
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- modelowanie;
- metoda lekcji odwróconej;
- burza mózgów;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film edukacyjny;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przed lekcją:

Uczniowie oglądają film edukacyjny dotyczący właściwości ozonu.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęć: tlen a ozon – podobieństwa i różnice; wyjście do zdefiniowania przez nauczyciela procesu tworzenia się ozonu; podanie różnic pomiędzy obecnością ozonu w stratosferze i troposferze.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli uczniów losowo na pięć grup. Ich zadaniem będzie przygotowanie kilkustopniowego modelu 3D prezentującego działanie ozonu na komórkę bakterii lub wirusa. Uczniowie wspólnie projektują wielkość, kolory i inne szczegóły kolejnych elementów, rysują na arkuszach papieru – tak, by model każdego etapu procesu był spójny i ukazał analizowany proces. Po zakończeniu prac model jako pomoc naukowa pozostanie w szkolnej pracowni.
2. Praca w grupach, nauczyciel rozdaje uczniom materiały do wykonania zadania (patrz materiały pomocnicze) – uczniowie planują i możliwie jak najdokładniej odtwarzają wszystkie struktury wewnętrzne atakowanego organizmu. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów i wspiera ich. Temat projektu: Model 3D utleniającego działania ozonu w zetknięciu z bakterią:
 - grupa 1: zdrowa komórka bakteryjna – grupa tworzy model komórki ze wszystkimi organellami komórkowymi z uwzględnieniem odpowiednich proporcji ściany komórkowej;
 - grupa 2: ozon wchodzi w reakcję ze ścianą komórkową bakterii. Grupa tworzy model fragmentu ściany komórki bakteryjnej z uwzględnieniem jej budowy/warstw. Tworzy też model cząsteczki ozonu;
 - grupa 3: cząsteczki ozonu stykają się ze ścianą komórki, rozpoczynają działanie procesy utleniające. Grupa tworzy model, w którym cząsteczka ozonu styka się z ścianą komórkową i rozpoczyna proces jej rozkładu (np. fragment w miejscu zetknięcia może być zdeformowany);
 - grupa 4: nowo utworzony otwór w ścianie komórkowej “zranił” bakterię. Grupa tworzy model, w którym komórka ma luki i uszkodzenia w ścianie komórkowej.
 - grupa 5: bakteria zaczyna tracić swój kształt – cząsteczki ozonu kontynuują niszczenie ściany komórkowej. Ściana bakterii nie może dłużej utrzymać swojego kształtu, a komórka bakterii umiera – grupa tworzy model komórki, z mocno zdeformowaną ścianą komórkową i uszkodzonymi wewnętrznymi organellami.

3. Uczniowie składają poszczególne elementy modelu w odpowiedniej kolejności. Model powinien zostać prawidłowo podpisany i każda z faz krótko opisana.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. W ramach podsumowania nauczyciel prosi uczniów, by w parach ułożyli krzyżówkę (z co najmniej siedem haseł). Krzyżówka ma odnosić się do zagadnień tematu lekcji. Następnie uczniowie wymieniają się krzyżówkami lub wspólnie rozwiązują kilka z nich. Nauczyciel czuwa nad poprawnością wykonania zadania.
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 nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film edukacyjny uczniowie powinni wykorzystać przygotowując się i/lub podczas zajęć oraz mogą go użyć podczas lekcji powtórzeniowej, czy też jako nadrobienie zaległości, jeżeli uczeń był nieobecny na lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje:
 - arkusze papieru A3, ołówki/długopisy, kolorowe pisaki/kredki, styropianowe kule/modelina samoutwardzalna lub inna samoutwardzalna masa plastyczna (masa modelarska, papier mache, glina).