# Jakie tlenki tworzy azot?


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

# Jakie tlenki tworzy azot?

Na fotografii przedstawiony został tlenek azotu(IV) w różnych temperaturach. Od lewej -196°C, 0°C, 23°C, 35°C i 50°C.

Źródło: Eframgoldberg, licencja: CC BY 3.0.

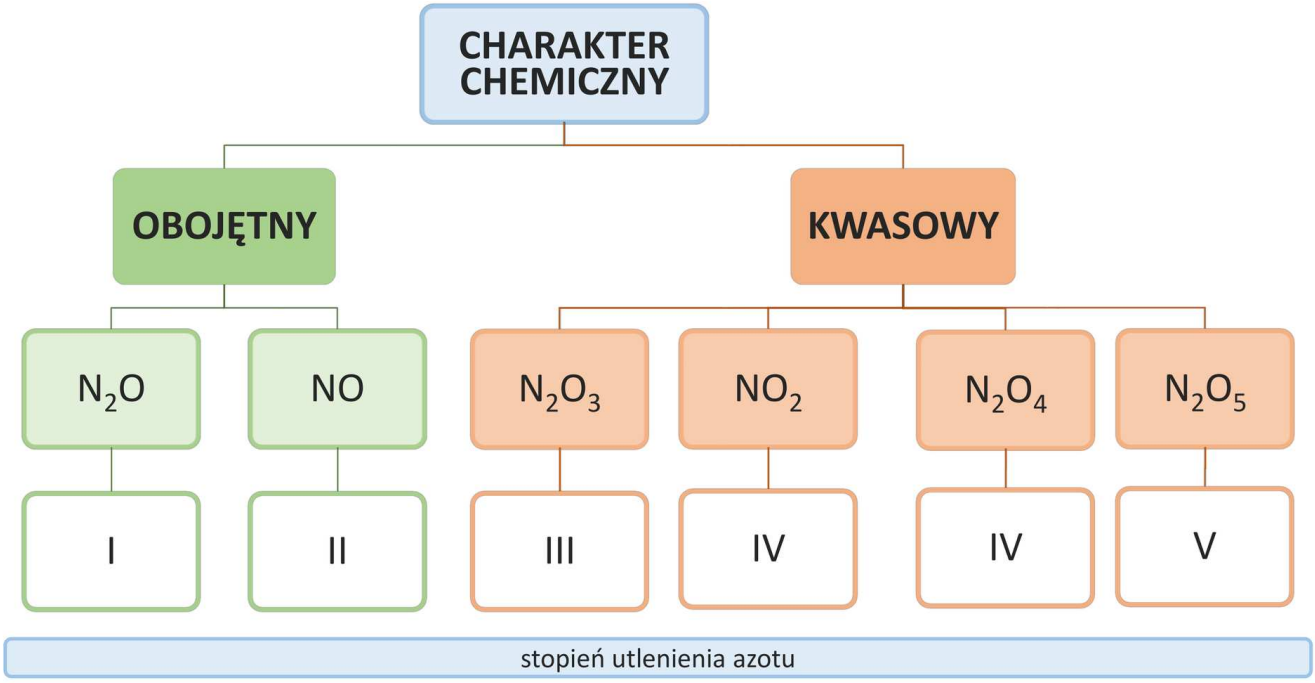
Azot jest pierwiastkiem, który w stanie wolnym stanowi główny składnik atmosfery ziemskiej, a w formie związanej występuje w postaci licznych minerałów. Jest także ważnym biopierwiastkiem, występującym w organizmach żywych. Azot tworzy z tlenem szereg tlenków, a niektóre z nich, przedostając się do atmosfery (spalanie paliw, procesy technologiczne), stanowią poważne zanieczyszczenie i są jedną z przyczyn kwaśnych opadów i smogu. Czy wiesz, jakie tlenki tworzy azot i w jaki sposób je otrzymać?

> **Twoje cele**
>
> - Przeanalizujesz reakcje powstawania tlenków azotu.
> - Określisz charakter chemiczny tlenków azotu oraz ich budowę.
> - Scharakteryzujesz właściwości fizyczne i chemiczne tlenków azotu.

# Przeczytaj

## Podział tlenków azotu

Azot tworzy z tlenem kilka tlenków, w których występuje na kilku różnych stopniach utlenienia. Tlenki azotu mają charakter kwasowy albo obojętny, w zależności od stopnia utlenienia azotu w związku, co prezentuje poniższy schemat.

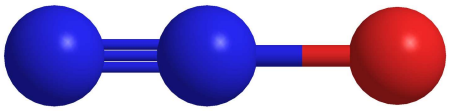



Podział tlenków azotu ze względu na charakter chemiczny

Źródło: GroMar Sp. z o.o. na podstawie M. Krzeczkowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Tlenek azotu(I) (tlenek diazotu), $N_2O$

W temperaturze pokojowej jest to **bezbarwny gaz** o słodkawym zapachu i smaku, kiedyś stosowany jako środek znieczulający (gaz rozweselający) w zabiegach dentystycznych.



Model cząsteczki tlenku azotu(I). Kolorem niebieskim przedstawiono atomy azotu, czerwonym – atom tlenu.
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

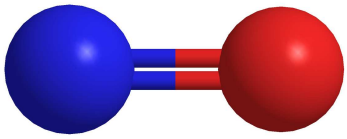
Otrzymywany w wyniku łagodnego ogrzewania azotanu(V) amonu ($NH_4NO_3$):

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2\,H_2O$$

Rozkłada się z wydzieleniem tlenu, dzięki czemu podtrzymuje palenie. $N_2O$ nie reaguje z wodą, ale się w niej rozpuszcza, tworząc roztwór obojętny. Tlenek diazotu należy do głównych gazów cieplarnianych. Będąc trzecim najważniejszym długotrwałym gazem cieplarnianym przyczynia się do powstawania dziury ozonowej i efektu cieplarnianego.

## Tlenek azotu(II) (monotlenek azotu), $NO$

Jest to **bezbarwny gaz**, trudny do skroplenia (temperatura wrzenia –151°C). Łatwo utlenia się do $NO_2$, wraz z którym stanowi produkt przejściowy w produkcji kwasu azotowego(V). Z uwagi na jeden niesparowany elektron na atomie azotu jest rodnikiem niestabilnym i bardzo reaktywnym.



Model cząsteczki tlenku azotu(II). Kolorem niebieskim oznaczono atom azotu, czerwonym – tlenu.
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W powietrzu samorzutnie reaguje z tlenem, tworząc trujący tlenek azotu(IV).

$$2\,NO\ +\ O_2\ \rightarrow\ 2\,NO_2$$

W stanie ciekłym i stałym tlenek ten tworzy dimery, co zmniejsza jego reaktywność.

$$2\,NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$$

Tlenek azotu(II) można otrzymać na drodze bezpośredniej syntezy z pierwiastków w wysokiej temperaturze, możliwej do osiągnięcia podczas wytworzenia łuku elektrycznego.

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{łuk elektryczny}} 2\,NO$$

Tlenek azotu(II) powstaje podczas wyładowań atmosferycznych. Bardzo wysoka temperatura w pobliżu pioruna powoduje, że cząsteczki tlenu i azotu w powietrzu reagują ze sobą, tworząc tlenek azotu(II).
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Na skalę przemysłową można otrzymać $NO$ metodą katalitycznego spalania amoniaku (tzw. metoda Ostwalda).

$$4\ NH_3\ +\ 5\ O_2\ \xrightarrow{\text{katalizator}}\ 4\ NO\uparrow\ +\ 6\ H_2O$$

W warunkach laboratoryjnych NO otrzymywany jest z kwasu azotowego(III). Kwas ten jest stabilny w roztworach rozcieńczonych. W miarę wzrostu jego stężenia lub na skutek ogrzewania, rozkłada się na kwas azotowy(V), tlenek azotu(II) oraz wodę.

$$3\ HNO_{2(\text{st ęż.})} \xrightarrow{\text{ogrzewanie}} HNO_3 + 2\ NO \uparrow + H_2O$$

Tlenek azotu(II) można również otrzymać, działając rozcieńczonym kwasem azotowym(V) na wiórki miedzi.

$$3\ Cu + 8\ HNO_{3(\text{rozc.})} \xrightarrow{\text{temperatura pokojowa}} 3\ Cu(NO_3)_2 + 2\ NO \uparrow + 4\ H_2O$$

**Ciekawostka**

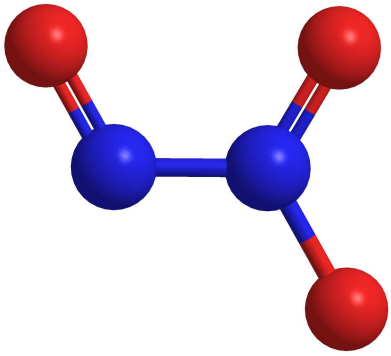
Tlenek azotu(II) NO odgrywa ważną rolę w organizmach żywych. Zbadano, że jest produktem przemiany materii w komórkach bakterii. W wyniku jego działania dochodzi do rozkurczu mięśni gładkich naczyń krwionośnych; ponadto NO hamuje zlepianie się płytek krwi, ma wpływ na funkcje ośrodkowego układu nerwowego (m.in. na procesy uczenia, pamięci, mechanizm drgawek, procesy neurodegeneracyjne). Leki, będące donorami NO, stosowane w walce z chorobami serca, jak dusznica bolesna, niewydolność mięśnia sercowego, wpływają rozkurczająco na naczynia krwionośne, obniżają ciśnienie tętnicze krwi. Za wyjaśnienie roli NO w układzie sercowo-naczyniowym w 1998 r. Nagrodę Nobla otrzymali: R. Furchgott, L.J. Ignarro i F. Murad.

Medal noblowski

Źródło: dostępny w internecie: en.wikipedia.org, domena publiczna.

## Tlenek azotu(III) (tritlenek diazotu), $N_2O_3$

Należy do tlenków bardzo nietrwałych, z tego powodu w postaci czystej nie znajduje żadnych praktycznych zastosowań.



Model cząsteczki tlenku azotu(III)
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Można go otrzymać w postaci intensywnie niebieskiej cieczy, w temperaturze niższej niż -13,5°C, w reakcji:

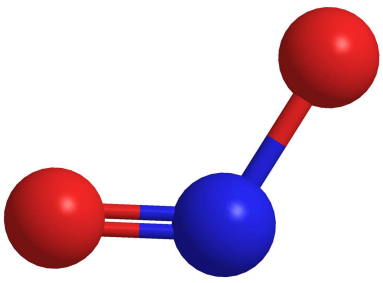
$$NO + NO_2 \xrightarrow{\text{oziębianie}} N_2O_3$$

W temperaturze wyższej niż -13,5°C tlenek azotu(III) częściowo się rozkłada na $NO$ i $NO_2$, przez co barwa zmienia się na jasnożółtą.

Jest bezwodnikiem kwasu azotowego(III).

## Tlenek azotu(IV) (ditlenek azotu) – $NO_2$

Jest to **brunatny gaz** o charakterystycznym zapachu. Jest dobrze rozpuszczalny w wodzie.



Model cząsteczki tlenku azotu(IV). Kolorem niebieskim oznaczono atom azotu, kolorem czerwonym atomy tlenu.
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na skalę techniczną otrzymuje się go po zmieszaniu tlenku azotu(II) i tlenu, zgodnie z równaniem reakcji:

$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2$$

Innymi sposobami tlenek ten można otrzymać w wyniku rozkładu stężonego kwasu azotowego(V), redukcji miedzi za pomocą stężonego kwasu azotowego(V) albo w wyniku rozkładu termicznego azotanu(V) ołowiu(II), zgodnie z przedstawionymi równaniami reakcji:

$$4\ HNO_{3(\text{st ęż.})} \xrightarrow{\text{ogrzewanie}} 4\ NO_2 \uparrow + 2\,H_2O + O_2$$

$$Cu + 4\,HNO_{3(\text{st ęż.})} \xrightarrow{\text{temperatura pokojowa}} Cu\,(NO_3)_2 + 2\ NO_2 \uparrow + 2\,H_2O$$

$$2\,Pb(NO_3)_{2(\text{c.sta łe})} \xrightarrow{\text{ogrzewanie}} 2\,PbO + 4\ NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$$

Tlenek azotu(IV) jest tlenkiem kwasowym i w reakcji z wodą tworzy równomolową mieszaninę kwasu azotowego(III) i kwasu azotowego(V).

Tlenek azotu(IV) w temperaturze poniżej 147°C spontanicznie dimeryzuje, tworząc dimer $N_2O_4$ – gaz o słomkowej barwie:

$$2\,NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$$

Ze spadkiem temperatury stopień dimeryzacji rośnie.

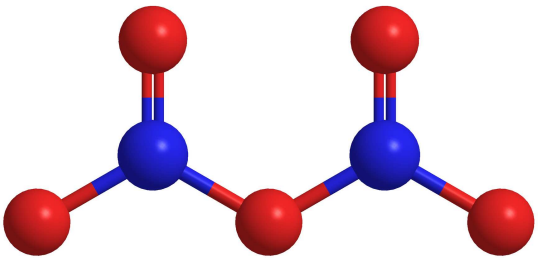
Butelka po lewej stronie zawiera tlenek azotu(IV), a butelka po prawej stronie zawiera dimer.

Źródło: dostępny w internecie: wikipedia.org, domena publiczna.

Tlenek azotu(IV) powoduje podrażnienie układu oddechowego, oczu i kaszel. Ze względu na właściwości utleniające, powoduje utlenienie $Fe^{2+}$ zawartego w hemoglobinie do $Fe^{3+}$, w efekcie czego hemoglobina traci zdolność do przenoszenia tlenu. Odpowiada on także za barwę smogu.

## Tlenek azotu(V) (pentatlenek diazotu) – $N_2O_5$

W temperaturze pokojowej przyjmuje formę białych kryształków rozpuszczalnych w wodzie.



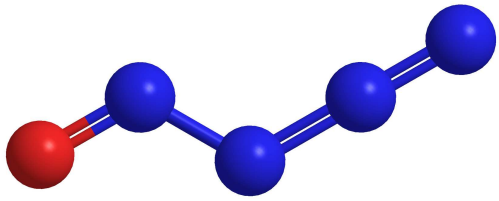
Model cząsteczki tlenku azotu(V)
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Powstaje przez odwodnienie kwasu azotowego(V) za pomocą tlenku fosforu(V) w temperaturze pokojowej. Równanie reakcji otrzymywania tlenku azotu(V):

$$2\ HNO_3 + P_2O_5 \rightarrow N_2O_5 + 2\ HPO_3$$

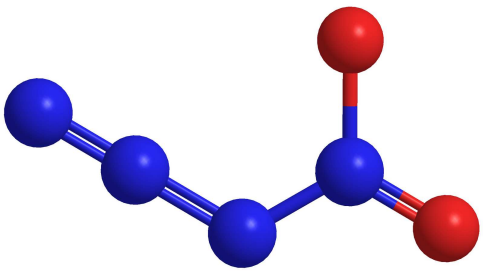
Jest związkiem nietrwałym, rozkładającym się spontanicznie w temperaturze pokojowej do dwutlenku azotu i tlenu. Związek ten reaguje gwałtownie z wodą, jest bezwodnikiem kwasu azotowego. Ze względu na jego nietrwałość nie znajduje on w formie czystej praktycznych zastosowań.

> **Dla zainteresowanych**
>
> Oprócz tlenków, opisanych w tekście, w pewnych warunkach można otrzymać:
>
> 1. **Azydek nitrozylu** $N_4O$ – trwały w temperaturze poniżej -33°C. Po raz pierwszy syntezę nitrozyladyzu opisano w 1958 r. Otrzymano go w reakcji azydku sodu z chlorkiem nitrozylu, w temperaturze poniżej –50°C.



Model cząsteczki azydku nitrozylu
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

2. **Azydek nitroilu** $N_4O_2$ - trwały w temperaturze poniżej -10°C.



Model cząsteczki azydku nitroilu
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Słownik

**stopień utlenienia**

pojęcie umowne, określające liczbę dodatnich lub ujemnych ładunków elementarnych, które można by przypisać atomowi pierwiastka chemicznego, wchodzącego w skład określonego związku, gdyby cząsteczki tego związku miały budowę jonową

**dimer**

cząsteczka utworzona w wyniku połączenia się dwóch takich samych cząsteczek prostych (monomerów)

**rodnik**

atom, cząsteczka lub jon, zawierający co najmniej jeden niesparowany elektron

# Bibliografia

Bielański A., *Podstawy Chemii nieorganicznej*, Tom 2, Warszawa 2010.

Klapötke T.M., Schulz A., Tornieporth-Oetting C., *Studies of the Reaction Behavior of Nitryl Compounds Towards Azides: Evidence for Tetranitrogen Dioxide*, $N_4O_2$, Chem. Ber. 127 (1994) 2181–2185.

Krzeczkowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia. Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

# Grafika interaktywna

### Polecenie 1

Czy wiesz, jaki jest obieg azotu w przyrodzie? Jakie związki azotu biorą w nim udział? Gdzie występują tlenki azotu w atmosferze i jak powstają? Zapoznaj się z poniższą grafiką interaktywną przedstawiającą ważną rolę związków azotu w chemii naszej atmosfery, a następnie rozwiąż ćwiczenia.

Grafika interaktywna pt. „Obieg azotu w przyrodzie”

Źródło: , GroMar Sp. z o.o., *Na podstawie informacji dostępnych pod adresami: http://klimat.czn.uj.edu.pl/; http://www.wodr.poznan.pl/component/k2/item/3377-emisja-amoniaku-z-produkcji-zwierz%C4%99cej*, licencja: CC BY-SA 3.0.

### Ćwiczenie 1

Przyporządkuj nazwy do ich definicji.

| | |
|---|---|
| Nitryfikacja | przekształcenie przez bakterie nitryfikacyjne, amoniaku ($\mathrm{NH_3}$) lub jonu amonowego ($\mathrm{NH_4^+}$) do jonu azotanowego(V) ($\mathrm{NO_3^-}$). |
| Amonifikacja | redukcja jonów azotanowych ($\mathrm{NO_3^-}$) do wolnego azotu ($\mathrm{N_2}$) który zostaje uwolniony do atmosfery w postaci gazowej. |
| Denitryfikacja | pobieranie azotu przez korzenie roślin. |
| Asymilacja | przekształcenie organicznych związków azotu do amoniaku ($\mathrm{NH_3}$) i jonów amonowych ($\mathrm{NH_4^+}$). |

## Ćwiczenie 2

Zaznacz tlenki azotu wchodzące w skład terminu $NO_x$.

- [ ] tlenek azotu(III)
- [ ] tlenek azotu(V)
- [ ] tlenek azotu(IV)
- [ ] tlenek azotu(II)
- [ ] tlenek azotu(I)

## Ćwiczenie 3

Podaj nazwy systematyczne poniższych tlenków.

$N_2O$ _____

$NO$ _____

$NO_2$ _____

$N_2O_5$ _____

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

## Ćwiczenie 1

Dokonaj podziału tlenków azotu ze względu na ich charakter chemiczny.

Obojętne

Kwasowe

$N_2O_5$ $NO_2$ $N_2O$ $N_2O_4$ $N_2O_3$ $NO$

## Ćwiczenie 2

Jaką drogą otrzymuje się $NO$ w przemyśle? Podaj równania reakcji. Jak myślisz, czym powinny charakteryzować się reakcje wykorzystywane w przemyśle?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 3

Jak w naturalny sposób powstaje tlenek azotu(II)?

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 4

W oparciu o podane poniżej informacje zidentyfikuj związek oraz zapisz równania opisanych reakcji chemicznych.

*Związek ten jest gazem powstającym w reakcji metalu szlachetnego ze stężonym kwasem azotowym(V). Jego brunatna barwa zmienia się w trakcie dimeryzacji na słomkową.*

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 5

Przyporządkuj właściwości i opisy do odpowiednich tlenków azotu.

$NO$

$NO_2$

$N_2O_4$

gaz barwy brunatnej

powstaje w trakcie spalania azotu w temperaturze łuku elektrycznego

powstaje w trakcie reakcji miedzi z rozcieńczonym kwasem azotowym(V)

dimer

gaz barwy słomkowej

powstaje w trakcie reakcji miedzi ze stężonym kwasem azotowym(V)

bezbarwny gaz

ma charakter obojętny

ma charakter kwasowy

### Ćwiczenie 6

Określ charakter chemiczny tlenku azotu(V), zapisując równania odpowiednich reakcji chemicznych.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 7

Reakcja rozkładu tlenku azotu(V) na tlenek azotu(IV) i tlen jest reakcją pierwszego rzędu względem substratu. Napisz równanie tej reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 8

Podaj sposoby, którymi można otrzymać tlenek azotu(IV). Zapisz równania tych reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

**Autor:** Gabriela Iwińska

**Przedmiot:** Chemia

**Temat: Jakie tlenki tworzy azot?**

**Grupa docelowa:**

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

**Podstawa programowa:**

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.

Zakres podstawowy

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

4) opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 20, w tym zachowanie wobec wody, kwasów i zasad; pisze odpowiednie równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej;

5) klasyfikuje tlenki pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 20 ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, amfoteryczny i obojętny); wnioskuje o charakterze chemicznym tlenku na podstawie wyników doświadczenia.

XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotany(V), fosforany(V) (ortofosforany(V)), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania.

Zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

4) opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 20 oraz Cr, Cu, Zn, Mn i Fe, w tym zachowanie wobec wody, kwasów i zasad; pisze odpowiednie równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej;

5) klasyfikuje tlenki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, amfoteryczny i obojętny); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny tlenku; wnioskuje o charakterze chemicznym tlenku na podstawie wyników doświadczenia.

XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotany(V), fosforany(V) (ortofosforany(V)), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; wymienia działania (indywidualne/kompleksowe), jakie powinny być wprowadzane w celu ograniczania tych zjawisk; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania;

**Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji.

**Cele operacyjne**

**Uczeń:**

- analizuje reakcje powstawania tlenków azotu;
- określa charakter chemiczny tlenków azotu oraz ich budowę;
- charakteryzuje właściwości fizyczne i chemiczne tlenków azotu.

**Strategie nauczania:**

- strategia asocjacyjna.

**Metody i techniki nauczania:**

- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- burza mózgów;
- metoda JIGSAW;
- grafika interaktywna.

**Formy pracy:**

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

**Środki dydaktyczne:**

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

**Przebieg lekcji**

**Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania, zaciekawiając tematem. Przykładowe pytania: gdzie występuje azot w stanie wolnym, a gdzie w formie związanej? Skąd biorą się kwaśne deszcze oraz smog?
2. Prowadzący lekcję określa cel zajęć i informuje uczniów o ich planowanym przebiegu. Przedstawia kryteria sukcesu oraz podaje temat lekcji: „Jakie tlenki tworzy azot?".
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie na forum klasy wymieniają się posiadanymi informacjami tego, jakie tlenki tworzy azot.

**Faza realizacyjna:**

1. Praca metodą JIGSAW. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy. Są to tzw. grupy eksperckie. Każdy uczestnik zostaje ekspertem, który w istotny sposób przyczyni się do sukcesu całej grupy. Każdy uczeń występuje w roli uczącego się i nauczającego. Zespoły otrzymują arkusze papieru i mazaki. Nauczyciel przydziela im różne zagadnienia do opracowania:

- I grupa: tlenek azotu(I) $N_2O$;
- II grupa: tlenek azotu(II) $NO$;
- III grupa: tlenek azotu(III) $N_2O_3$;
- IV grupa: tlenek azotu(IV) $NO_2$;
- V grupa: tlenek azotu(V) $N_2O_5$.

2. Każda grupa zapoznaje się z informacjami w ramach swojego zagadnienia, korzystając z dostępnych źródeł informacji, w tym z e-materiałów. W opracowaniach grupy zwracają uwagę na budowę wewnętrzną, właściwości i zastosowanie podanych materiałów lub pierwiastków. Efektem pracy powinno być wspólne opracowanie na podstawie dyskusji oraz uczenia się nawzajem.

3. Na umówiony znak uczniowie tworzą nowe grupy tak, aby w każdej nowej grupie znaleźli się eksperci z wszystkich pozostałych grup.
4. Eksperci kolejno relacjonują to, czego nauczyli się w swoich pierwotnych grupach, czyli ekspert grupy I uczy pozostałych tego, czego się nauczył sam przed chwilą itd. Uczący uczestnicy przekazują wiedzę pozostałym uczniom. Każda z grup w ten sposób zapoznaje się z całym materiałem przewidzianym do realizacji na danej jednostce lekcyjnej.
5. Eksperci wracają do swoich pierwotnych grup, konfrontują zdobytą wiedzę, uzupełniają, sprawdzają, czy wszyscy posiadają zbieżne informacje w omawianych kwestiach.
6. Uczniowie samodzielnie analizują medium bazowe – grafikę interaktywną pt."Obieg azotu w przyrodzie". W ramach sprawdzenia zdobytej wiedzy, rozwiązują ćwiczenia załączone do medium.
7. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale „Sprawdź się".

**Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie, pracując w parach, tworzą krzyżówkę podsumowującą zajęcia. Pary siedzące obok siebie wymieniają się krzyżówkami i rozwiązują je.
2. Podsumowanie – uczniowie, wykorzystując technikę świateł, podsumowują, czy osiągneli kryteria sukcesu.

**Praca domowa:**

1. Uczniowie wykonują pozostałe zadania z e-materiału – zestaw ćwiczeń.

**Materiały pomocnicze:**

- arkusze papieru A4/A3;
- mazaki.

**Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

- Multimedium może być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji lub przygotowywania się do pracy kontrolnej.