

## Oddziaływanie dipol-dipol

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Oddziaływanie dipol-dipol

Woda jest przykładem związku chemicznego, którego cząsteczka jest dipolem.  
Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Oddziaływanie pomiędzy dwiema polarnymi cząsteczkami (tzw. dipolami) polega na przyciąganiu ujemnego bieguna jednej cząsteczki do dodatniego bieguna drugiej polarnej cząsteczki. Ten rodzaj interakcji między cząsteczkami odpowiada za wiele istotnych fizycznie i biologicznie zjawisk, takich jak wysoka temperatura wrzenia wody czy tworzenie struktur białkowych. Czy wiesz, jak odróżnić to oddziaływanie od pozostałych oddziaływań międzycząsteczkowych? Potrafisz wytłumaczyć pojęcie dipol elektryczny?

### Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega oddziaływanie pomiędzy dipolami.
- Wywnioskujesz, które związki są dipolami.
- Uzasadnisz, na podstawie budowy, w którym związku występuje oddziaływanie dipol-dipol oraz na tej podstawie ocenisz przypuszczalne właściwości fizykochemiczne.

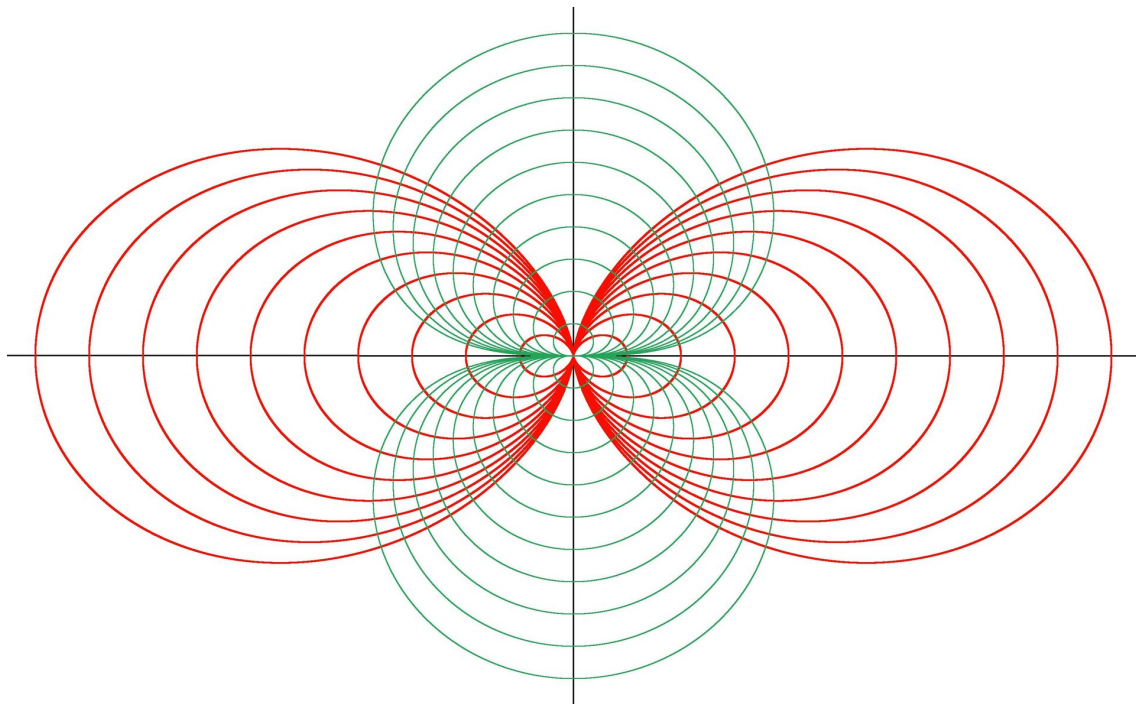
# Przeczytaj

---

## Czym są dipole?

Pomiędzy cząsteczkami działają siły przyciągania i odpychania. Nazwano je [oddziaływaniami międzycząsteczkowymi](#). Wpływają one znacząco na właściwości substancji, w których występują (np. na temperaturę wrzenia i topnienia, stan skupienia, gęstość). Jednym z przykładów takiego oddziaływania jest [oddziaływanie dipol-dipol](#), które występuje w cząsteczkach polarnych. Posiadają one ładunek cząstkowy (dodatni oraz ujemny), skoncentrowany w konkretnym obszarze związku chemicznego. Ponadto takie cząsteczki polarne charakteryzują się również stałym, elektrycznym momentem dipolowym. Ich bieguny (ładunki cząstkowe) decydują o orientacji w przestrzeni względem innych cząsteczek. Oddziaływanie dipol-dipol polega więc na elektrostatycznym przyciąganiu się przeciwnie naładowanych biegunów cząsteczek.

[Dipol elektryczny](#) jest układem dwóch ładunków o równych wartościach i przeciwnych znakach, znajdujących się od siebie w pewnej odległości.

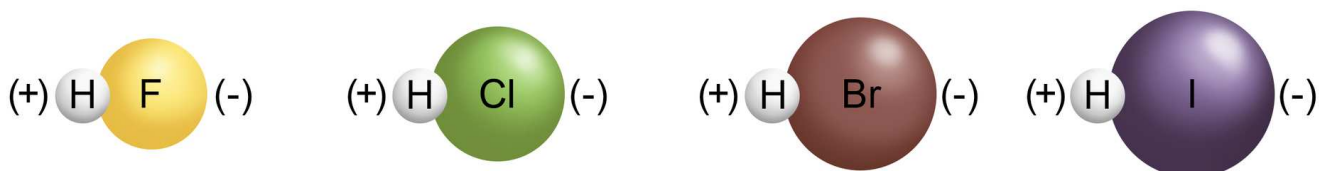


Dipol elektryczny (linie obrazują powierzchnie ekwipotencjalne)

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

## Jakie są przykłady dipoli?

Do dipoli zalicza się wiele [cząsteczek](#) z wiązaniem kowalencyjnym spolaryzowanym. Przykładami mogą być: HF, HCl, HBr, HI. Po stronie atomu wodoru znajduje się dodatni biegun dipola, a po stronie atomu fluorowca – ujemny. Takie substancje określa się jako polarne.

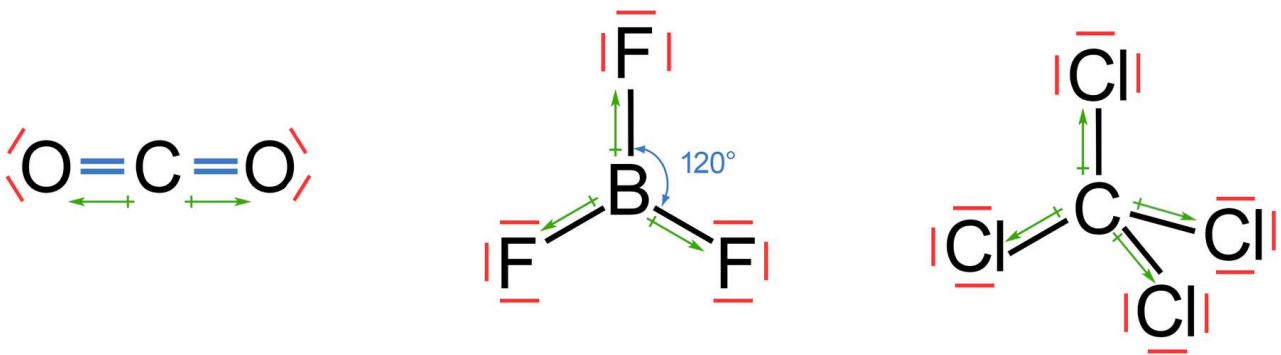


Cząsteczki wodoroków fluorowców są dipolami

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

Jednak nie wszystkie cząsteczki, w których występuje wiązanie spolaryzowane, są dipolami. Moment dipolowy cząsteczki jest sumą wektorów momentów dipolowych poszczególnych wiązań w cząsteczce. Jeśli poszczególne momenty dipolowe wiązania znoszą się wzajemnie, to cząsteczka nie posiada wcale momentu dipolowego.

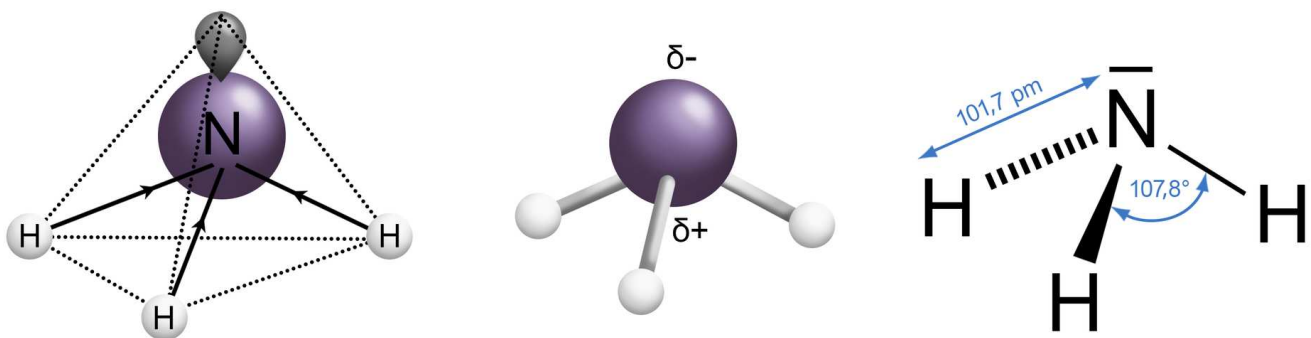
Przykładem jest dwuatomowa, liniowa cząsteczka  $\text{CO}_2$ . Każde wiązanie  $\text{C}=\text{O}$  jest polarne, jednak eksperymenty pokazują, że cząsteczka tlenku węgla(IV) nie posiada momentu dipolowego. Dzieje się tak, ponieważ dwa dipole wiązania  $\text{C}=\text{O}$ , równe pod względem wielkości oraz zorientowane względem siebie pod kątem  $180^\circ$ , znoszą się wzajemnie. Zerowy moment dipolowy występuje również w cząsteczce czteroatomowej –  $\text{BF}_3$  czy tetraedycznej  $\text{CCl}_4$ .



Przykłady niepolarnych cząsteczek, w których występują wiązania kowalencyjne spolaryzowane.

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

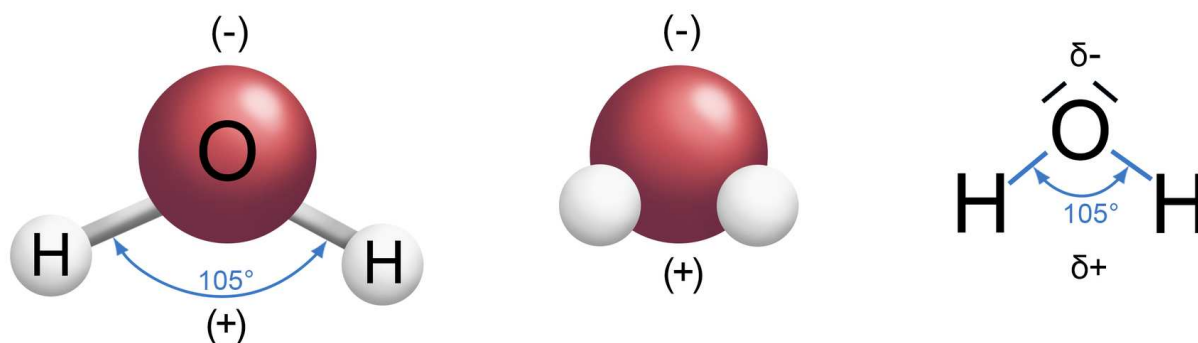
Cząsteczka o kształcie piramidy, np. amoniak, jest dipolem, ponieważ na atomie azotu, w miejscu występowania wolnej pary elektronowej, jest większa gęstość ładunku ujemnego niż po stronie atomów wodoru.



Rozkład ładunków w cząsteczce amoniaku, który jest dipolem.

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

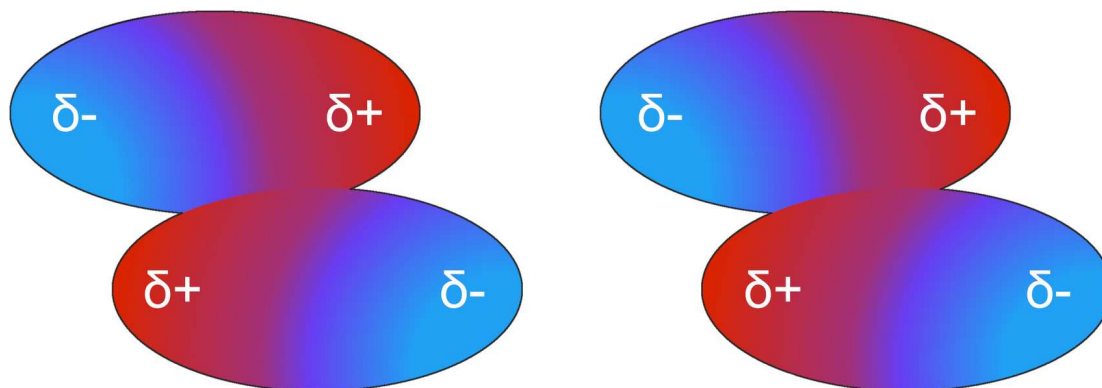
Silniejszy charakter dipolowy posiadają cząsteczki wody, ponieważ wiązanie O—H jest bardziej spolaryzowane niż wiązanie N—H. Dodatkowo atom tlenu posiada dwie wolne pary elektronowe.



Rozkład ładunków w cząsteczce wody

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

Ładunki elektryczne o przeciwnych znakach przyciągają się, a o takich samych odpychają, dlatego także dipole mogą się przyciągać lub odpychać, w zależności od wzajemnej orientacji. Bardziej korzystne energetycznie jest przyciąganie, dlatego cząsteczki będące dipolami ustawiają się właśnie w taki sposób. Jest to oddziaływanie dipol-dipol.



Korzystne energetycznie ułożenie dipoli

Źródło: GroMar Sp. z o.o., na podstawie: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Dipole\\_moments\\_changing.svg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Dipole_moments_changing.svg), licencja: CC BY-SA 3.0.

## Jakie są skutki występowania oddziaływań dipol–dipol?

Ciecze, w których występuje silne oddziaływanie międzycząsteczkowe, posiadają duże entalpie parowania oraz wysokie temperatury wrzenia. Dzięki znajomości tej temperatury można uzyskać informacje o względnej sile oddziaływań międzycząsteczkowych.

Substancje polarne są dobrymi rozpuszczalnikami dla innych substancji polarnych (zgodnie z zasadą „podobne rozpuszcza się w podobnym”). Na przykład woda stanowi dobry rozpuszczalnik dla amoniaku.

Oddziaływania dipol–dipol występują pomiędzy grupami polarnymi w białkach, stabilizując ich trzeciorzędową strukturę. Grupy polarne, zawarte w białku, mogą tworzyć oddziaływania dipol–dipol.

## Słownik

### **powierzchnia ekwipotencjalna**

w przestrzeni trójwymiarowej powierzchnia, w obrębie której potencjał elektryczny jest równy (ma jednakową wartość)

### **dipol elektryczny**

układ dwóch ładunków punktowych o równych wartościach i przeciwnych znakach, znajdujących się w pewnej odległości od siebie

### **oddziaływanie międzycząsteczkowe**

przyciąganie oraz odpychanie, występujące pomiędzy atomami sąsiadujących cząsteczek

### **moment dipolowy**

wektor o kierunku zgodnym z osią dipola, umownym zwrocie od ładunku ujemnego do dodatniego; jego wartość jest równa iloczynowi ładunku i odległości między ładunkami

### **oddziaływanie dipol-dipol**

elektrostatyczne oddziaływanie cząsteczek polarnych, odpowiednio zorientowanych wobec siebie

### **cząsteczka polarna**

cząsteczka, w której występują dwa przeciwnie naładowane bieguny

## Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemical Principles: The Quest for Insight*, 5 th Edition, New York 2009.

Penkala T., *Podstawy chemii ogólnej*, Warszawa 1982.



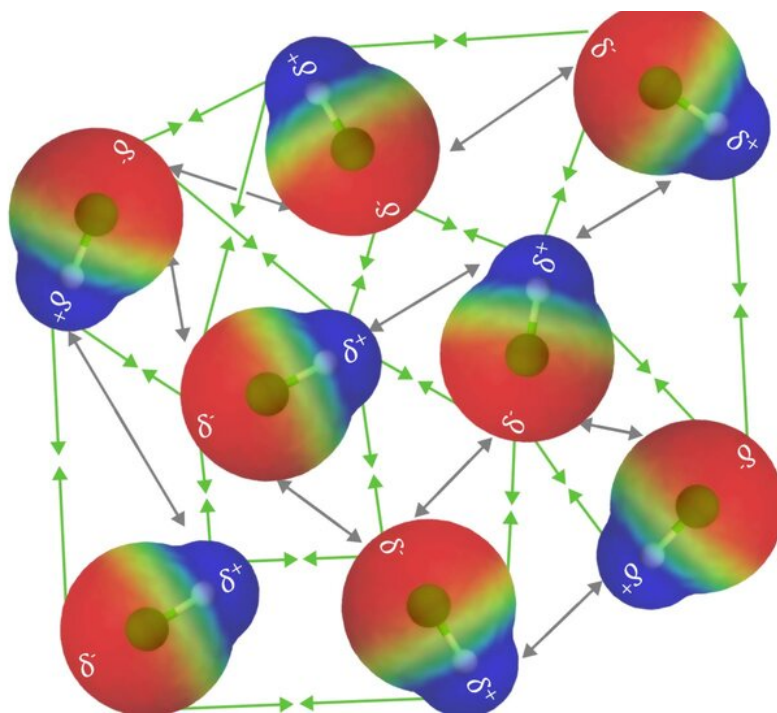
# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Czy wiesz, jakie rodzaje oddziaływań występują między dipolami? Zapoznaj się z poniższym filmem, a następnie rozwiąż zadania.

Trwa wczytywanie danych...



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1AwIU5EX0jLo>

Film samouczek pt. „Oddziaływania pomiędzy dipolami”

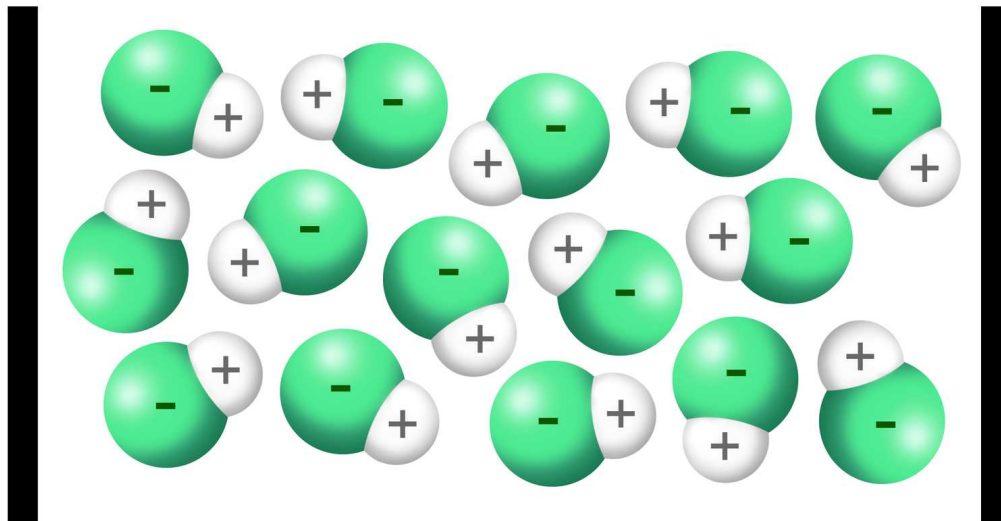
Źródło: GroMar Sp. z o.o., Piotr Dzwoniarek, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film opisujący oddziaływania między dipolami

---

## Ćwiczenie 1

Cząsteczki chlorowodoru są dipolami. Próbkę ciekłego chlorowodoru umieszczono pomiędzy nienaładowanymi okładkami kondensatora. Opisaną sytuację możemy przedstawić schematycznie na poniższej grafice.



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

Następnie do okładek kondensatora przyłożono napięcie, co spowodowało zgromadzenie się ładunków dodatnich na jednej, a ujemnych na drugiej okładce kondensatora. Czy taka sytuacja, w konsekwencji której pojawiło się jednorodne pole elektryczne między okładkami, wpłynie na orientację przestrzenną cząsteczek chlorowodoru? Zaznacz grafikę przedstawiającą ułożenie cząsteczek chlorowodoru między okładkami naładowanego kondensatora.

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

## Ćwiczenie 2

Zaznacz poprawną odpowiedź.

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



## Ćwiczenie 2



## Ćwiczenie 3



## Ćwiczenie 4



## Ćwiczenie 5



Wymień trzy konsekwencje występowania oddziaływania dipol–dipol.

## Ćwiczenie 6



Moment dipolowy ( $\mu$ ) jest iloczynem ładunku ( $\delta$ ) i odległości między ładunkami ( $l$ ). Jednostką momentu dipolowego w układzie SI jest iloczyn kulomba (C) i metra (m) (zwany potocznie kulombometrem). Moment dipolowy cząsteczki chlorowodoru wynosi  $3,6 \cdot 10^{-30}$  [C · m], a odległość między ładunkami – 127 [pm]. Na podstawie podanych danych doświadczalnych oblicz ładunek cząsteczkowy chlorowodoru.

## Ćwiczenie 7

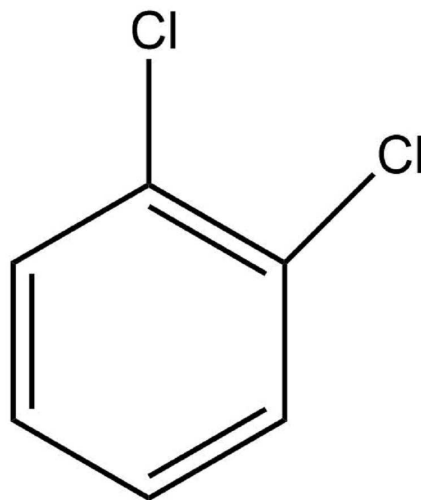
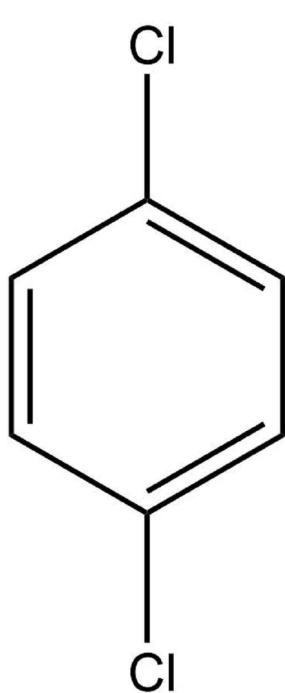


Wskaż związek, który powinien mieć wyższą temperaturę wrzenia. Odpowiedź uzasadnij.

## Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, który związek chemiczny powinien mieć wyższą temperaturę wrzenia, oraz uzasadnij, czym jest to spowodowane.



Z lewej strony przedstawiono wzór strukturalny *p*-dichlorobenzenu, a po prawej stronie wzór strukturalny *o*-dichlorobenzenu

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

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Patrycja Męcik, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Oddziaływania pomiędzy dipolami

**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:

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

4) opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, metaliczne), oddziaływań międzycząsteczkowych (siły van der Waalsa, wiązania wodorowe) na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych i organicznych; wskazuje te cząsteczki i fragmenty cząsteczek, które są polarne, oraz te, które są niepolarne.

Zakres rozszerzony:

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

6) opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, metaliczne), oddziaływań międzycząsteczkowych (siły van der Waalsa, wiązania wodorowe) oraz kształtu drobin na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych i organicznych;

wskazuje te cząsteczki i fragmenty cząsteczek, które są polarne, oraz te, które są niepolarne.

### **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:**

- wyjaśnia, na czym polega oddziaływanie pomiędzy dipolami;
- wnioskuje, które związki są dipolami;
- uzasadnia, na podstawie budowy, w którym związku występuje oddziaływanie dipol-dipol oraz na tej podstawie ocenia przypuszczalne właściwości fizykochemiczne.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna;
- problemowa.

### **Metody i techniki nauczania:**

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;

- film samouczek;
- technika gadająca ściana;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

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

### **Środki dydaktyczne:**

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

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje przykładowe pytania: Co to są oddziaływania międzycząsteczkowe? Jakie znane są Ci rodzaje oddziaływań? Które z oddziaływań powodują wysokie temperatury wrzenia substancji?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel rysuje na tablicy kilka wzorów substancji polarnych i niepolarnych. Razem z podopiecznymi ustala, jaka substancja należy do danej grupy.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które zapisują w portfolio.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Analiza tekstu w dostępnych źródłach informacji, w tym e-materiale, na temat oddziaływania pomiędzy dipolami. Potem nauczyciel inicjuje dyskusję.
2. Nauczyciel dzieli klasę na grupy, rozdaje arkusze papieru A2 i mazaki. Uczniowie korzystają z dostępnych źródeł informacji oraz wykorzystują film samouczek podczas opracowania na temat „Które substancje to dipole i dlaczego? Podaj przykłady dipoli. Jakie są skutki występowania oddziaływań dipol-dipol?”. Po zakończonej pracy, liderzy prezentują efekty pracy grupowej z zastosowaniem techniki gadająca ściana. Prowadzący weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi i podsumowuje pracę.
3. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, zadając przykładowe pytania: Co to jest dipol elektryczny? Na czym polega oddziaływanie pomiędzy dipolami? Jakie są skutki oddziaływań pomiędzy dipolami?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
  - Przypomniałem/łam sobie, że...
  - Co było dla mnie łatwe ...
  - Czego się nauczyłam/łem...
  - Co sprawiało mi trudności ...

### **Praca domowa:**

Nauczyciel prosi, aby uczniowie zastanowili się, w jakich cząsteczkach występują oddziaływania pomiędzy dipolami i zapisali przykłady w zeszycie.

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

Film samouczek może być wykorzystany podczas przygotowań do pracy kontrolnej, w celu nadrabiania zaległości oraz w fazie realizacyjnej lekcji.

**Materiały pomocnicze:**

1. Arkusze papieru A2, mazaki, glutaki.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
  - Co to jest dipol elektryczny?
  - Na czym polega oddziaływanie pomiędzy dipolami?
  - Jakie są skutki oddziaływań pomiędzy dipolami?