



## Jak powstają wiązania chemiczne?

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



## Jak powstają wiązania chemiczne?

Wiązania chemiczne stanowią spoiwo łączące sąsiednie atomy w związku chemicznym.  
Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Dlaczego atomy łączą się ze sobą? Czy wszystkie wiążą się w ten sam sposób? Jak wytłumaczyć fakt, że pierwiastki tworzą związki jedynie w określonych konfiguracjach? Rozpocznij poszukiwanie odpowiedzi na te pytania.

### Twoje cele

- Wyjaśnisz sposób i określisz warunki powstawania wiązania jonowego.
- Wyjaśnisz sposób powstawania cząsteczek zbudowanych z atomów pierwiastków chemicznych.
- Wyjaśnisz istotę wiązania kowalencyjnego niespolaryzowanego.
- Wyjaśnisz sposób tworzenia się cząsteczek związków chemicznych, w których występuje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane.
- Zaproponujesz, w jaki sposób powstają orbitale molekularne.
- Zapiszesz powstawanie wiązań kowalencyjnych spolaryzowanych i niespolaryzowanych w przykładowych cząsteczkach za pomocą wzorów elektronowych i kreskowych.
- Zastanowisz się, na czym polega istota wiązania koordynacyjnego oraz wskażesz donor i akceptor pary elektronowej w wiązaniu koordynacyjnym.

# Przeczytaj

---

## Dlaczego atomy łączą się ze sobą?

Reakcje chemiczne zachodzą, gdy atomy zbliżą się do siebie. W zależności od rodzaju atomów, reakcje te mogą zachodzić poprzez oddziaływania (siły):

- odpychające, które wynikają z nakładania się powłok elektronowych (efekty kwantowe) i oddziaływania elektrostatycznego jednoimiennych ładunków;
- przyciągające, które wynikają z oddziaływania elektrostatycznego różnoimiennych ładunków, np. oddziaływań między elektronami a jądrami atomowymi oraz ze zmian rozkładu gęstości ładunków.

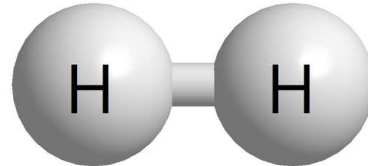
Niepodważalna w przyrodzie tendencja (prawo) dążenia do osiągnięcia minimalnej energii dotyczy także atomów i jest przyczyną tworzenia się wiązań chemicznych – atomy łączą się, jeżeli jest to korzystne energetycznie.

## Wiązania kowalencyjne

Tworzenie się wiązania kowalencyjnego niespolaryzowanego na przykładzie cząsteczki wodoru  $H_2$

Cząsteczka wodoru jest najprostszym przykładem cząsteczki zawierającej [wiązanie kowalencyjne](#). Podczas tworzenia się wiązania orbitale  $1s$  obydwu atomów nakładają

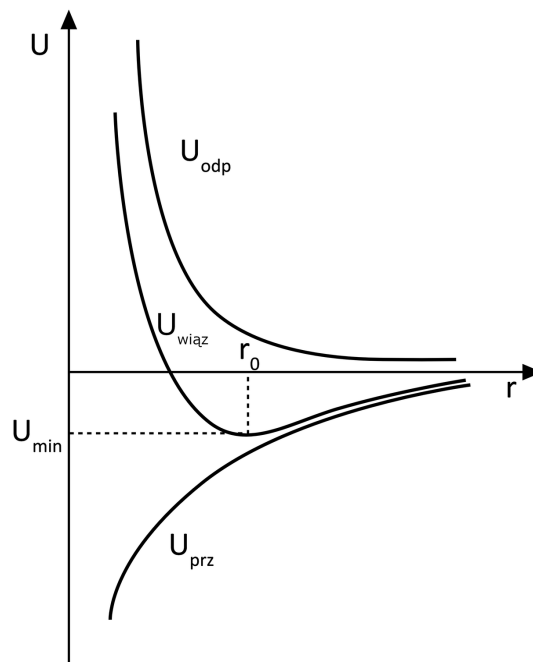
się na siebie, tworząc część wspólną. Zgodnie z teorią wiązań walencyjnych Lewisa, strukturę cząsteczki przedstawia się następująco:



Struktura cząsteczki wodoru oraz jej zapis („-” oznacza parę elektronową)

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

Na poniższej grafice przedstawiono wykres zmian energii w zależności od odległości między atomami ( $r$ ).



W odległości  $r_0$  układ uzyskuje minimalną energię  $U_{min}$ .

-  $U_{prz}$  - energia przyciągania;

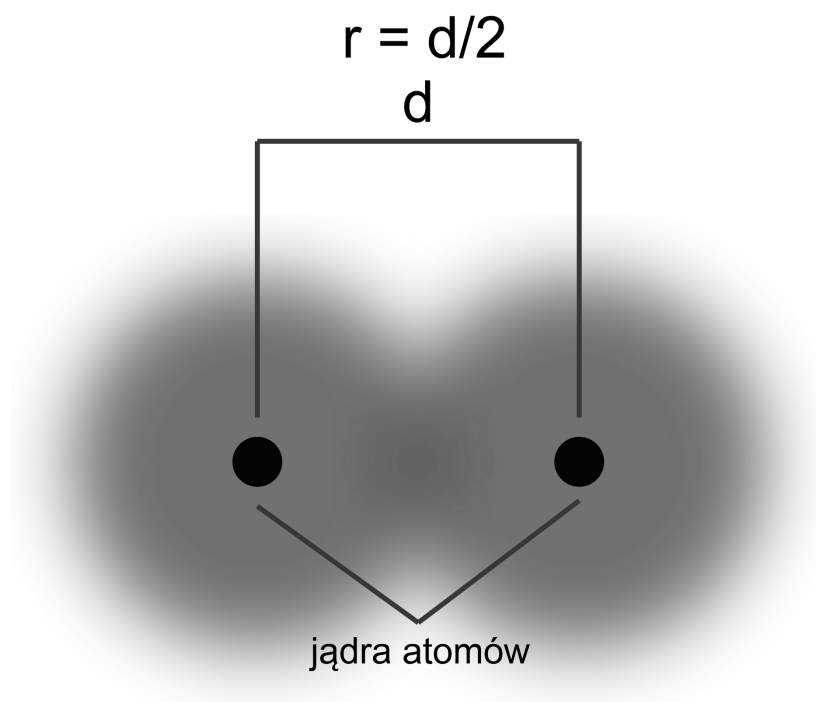
-  $U_{odp}$  - energia odpychnia;

-  $U_{wiąz}$  - energia wiązania.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. Zubel I., *Wiązania chemiczne, budowa cząsteczek*,

<http://www.w12.pwr.wroc.pl/zpp/files/W%202.W10.pdf> PWr, pobrano 30.05.2020, licencja: CC BY-SA 3.0.

Poniżej przedstawiono cząsteczkę  $H_2$  z zaznaczoną odległością pomiędzy atomami.



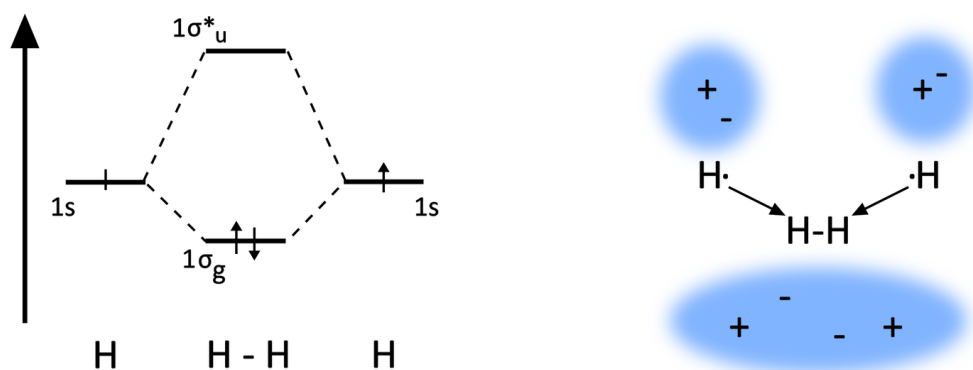
Przybliżenie się dwóch atomów wodoru na odległość  $r$  i utworzenie wiązania kowalencyjnego (uwspólnianie pary elektronowej) przez te atomy obniża energię układu o  $436 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$  (energia wiązania).

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

Tworząc wiązanie, każdy atom wodoru, który ma jeden elektron, przez uwspólnianie elektronów z drugim atomem, osiąga pożądaną konfigurację wypełnionej powłoki – konfigurację gazu szlachetnego, w tym przypadku helu.

W opisie, który proponuje teoria orbitali molekularnych, powstawanie wiązania wiąże się z występowaniem w cząsteczce nowych orbitali. Dla cząsteczki wodoru z dwóch orbitali  $1s$  powstają dwa orbitale molekularne  $\sigma$  (sigma), czyli jeden orbital wiążący  $1\sigma$  i jeden niewiążący  $1\sigma$ . Para elektronowa tworząca wiązanie zajmuje orbital wiążący.

**Diagram energetyczny cząsteczki  $H_2$**



Schemat przedstawia diagram energetyczny cząsteczki wodoru.

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

### Ćwiczenie 1

Przeanalizuj diagram energetyczny wodoru i zastanów się, jak teoria orbitali molekularnych uzasadnia powstawanie wiązania H – H.

## Wiązania jonowe

### Tworzenie się wiązania jonowego na przykładzie chlorku sodu

#### Ćwiczenie 2

Jaką konfigurację elektronową mają atomy sodu i chloru? Uzupełnij brakujące informacje na schemacie elektronowym.

Zarówno atom chloru, jak i sodu dążą do uzyskania stabilnej energetycznie konfiguracji elektronowej, ale uzyskują ją na dwa odmienne sposoby: atom sodu oddaje elektron, natomiast atom chloru przyjmuje elektron. W przypadku sodu, kation  $\text{Na}^+$   $1s^2 2s^2 2p^6$  ma konfigurację neonu, a anion  $\text{Cl}^-$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  – konfigurację argonu. Dzieje

się tak, ponieważ posiadanie zapełnionej powłoki walencyjnej zapewnia stabilność i nieaktywność (tak jak w przypadku gazów szlachetnych).

Sód może osiągnąć stabilność, tracąc jeden elektron, chlor – osiąga pożądany stan oktetu, przechwytyjąc elektron. Nie jest więc dziwne, że gdy te atomy znajdują się w pobliżu (umieścimy sód w atmosferze chloru), zajdzie gwałtowna reakcja.

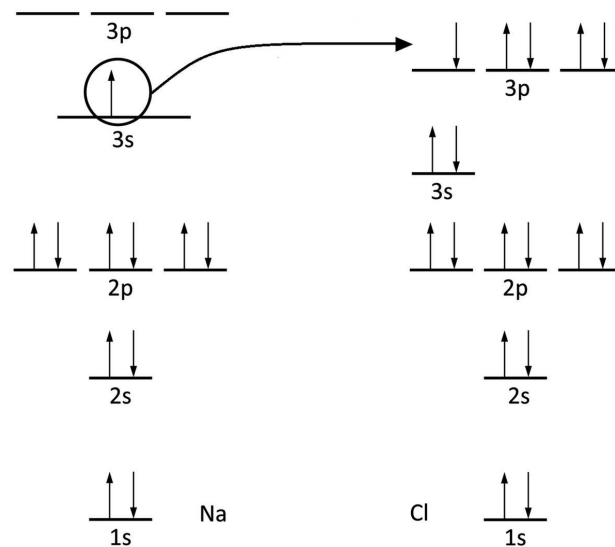
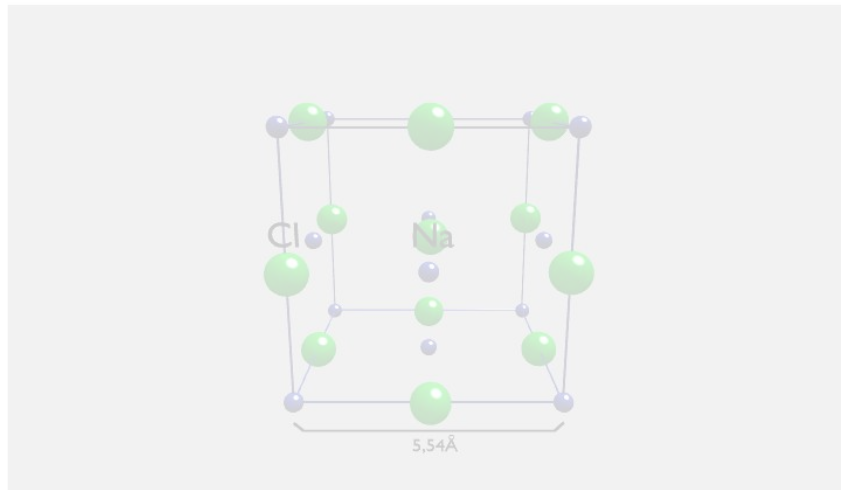


Diagram poziomów energetycznych sodu i chloru

Źródło: GroMar Sp. z o. o. oprac. na podst. Moore J.T., *Chemia dla bystrzaków*, 2015, Helion, s.197, licencja: CC BY-SA 3.0.

Powstające kationy sodu i aniony chlorkowe przyciągają się wzajemnie (siłami elektrostatycznymi) – tworzy się [wiązanie jonowe](#). Powstaje kryształ chlorku sodu, w którym każdy kation sodu otoczony jest przez 6 anionów chlorkowych, natomiast każdy anion  $\text{Cl}^-$  przez 6 różnych kationów  $\text{Na}^+$ .



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DJBRUg3dD>

Grafika 360° komórki elementarnej kryształu chlorku sodu. Kolorem niebieskim oznaczono jony sodu ( $\text{Na}^+$ ), natomiast kolorem zielonym jony chlorkowe ( $\text{Cl}^-$ )

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

## Słownik

### elektroujemność

zdolność tworzących wiązanie atomów do przyciągania uwspólnionych elektronów

### wiązanie jonowe

oddziaływanie elektrostatyczne pomiędzy jonami pierwiastków tworzących związek

### wiązanie kowalencyjne

wiązanie polegające na uwspólnianiu elektronów walencyjnych przez tworzące je atomy oraz na utworzeniu wiążących par elektronowych

## Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia ogólna*, Warszawa 2004, s. 335-441.

Czerwiński A., Czerwińska A., Jelińska-Kazimierczuk M., Kuśmierczyk K., *Chemia 1. Podręcznik*, Warszawa 2002, s. 134-167.

Moore J. T., *Chemia dla bystrzaków*, Gliwice 2015, s. 195-226.

Pauling L., Pauling P., *Chemia*, Warszawa 1989, s. 128-170.

# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem na temat powstawania wiązań chemicznych pomiędzy atomami w związkach chemicznych i rozwiąż zadania.

Trwa wczytywanie danych...

A large, light gray rectangular area that serves as a placeholder for a video player. In the center of this area, the text "JAK POWSTAJĄ WIĄZANIA CHEMICZNE?" is displayed in a bold, black, sans-serif font.

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1SmJGGoh9rDO>

Film samouczek pt. „Jak powstają wiązania chemiczne?”

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej powstawania wiązań chemicznych.

---

## Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Ćwiczenie 4

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Zaznacz wszystkie prawidłowe stwierdzenia.

Najprostszym przykładem cząsteczki zawierającej wiązanie wodorowe jest cząsteczka wodoru.

Podczas tworzenia się wiązania orbitale  $1s$  obydwu atomów nakładają się na siebie, tworząc część wspólną.

Najprostszym przykładem cząsteczki zawierającej wiązanie kowalencyjne jest cząsteczka wodoru.

Podczas tworzenia się wiązania orbitale  $3p$  obydwu atomów nakładają się na siebie, tworząc część wspólną.

## Ćwiczenie 2



Z jakich jonów zbudowane są kryształy? Zaznacz właściwe kationy i aniony.



### Ćwiczenie 3



Napisz wzór elektronowy:

A. cząsteczki  $F_2$ ,

B. cząsteczki HBr.

Konfiguracje, jakich helowców przyjmują atomy w tych cząsteczkach?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 4



Na podstawie danych o wartości elektroujemności oblicz, w którym ze związków:

$\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ , wiązania są najsilniej spolaryzowane.

Symbol pierwiastka	Wartość elektroujemności
H	2,1
O	3,5
N	3,0
C	2,5

Źródło: Mizerski W., *Tablice Chemiczne*, Warszawa 2004.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 5



Symbol pierwiastka	Wartość elektroujemności
H	2,1
Br	2,8
Li	1,0

Na podstawie powyższych informacji uzupełnij poniższą tabelę, przenosząc wybrane elementy we właściwe pola.

	Br <sub>2</sub>	HBr	LiBr
$\Delta E$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rodzaj wiązania	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

kowalencyjne niespolaryzowane

kowalencyjne spolaryzowane

jonowe

0,5

0,7

1,0

0

kowalencyjne spolaryzowane

0,3

1,4

1,8

jonowe

1,8

jonowe

kowalencyjne niespolaryzowane

kowalencyjne niespolaryzowane

kowalencyjne spolaryzowane

## Ćwiczenie 6



Wyjaśnij, dlaczego sód, tworząc związki jonowe, występuje jako kation  $\text{Na}^+$ , a nie jako  $\text{Na}^{2+}$ .

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego chlor, tworząc związki jonowe, występuje jako anion  $\text{Cl}^-$ , a nie jako anion  $\text{Cl}^{2-}$ .

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Podczas telewizyjnego teleturnieju prowadzący zadał pytanie: jaki jest wzór cząsteczki chlorku sodu?

Zapisz, co odpowiedziałbyś prowadzącemu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 9



Wyjaśnij, w jaki sposób dwa atomy azotu łączą się za sobą. Podaj nazwę występującego między nimi wiązania. Przedstaw wzór cząsteczki azotu za pomocą wzoru kropkowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Anna Florek, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Jak powstają wiązania chemiczne?

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego, 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:

2) ilustruje graficznie oraz opisuje powstawanie wiązań kowalencyjnych i jonowych; pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych i jonów złożonych, z uwzględnieniem wiązań koordynacyjnych.

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

2) ilustruje graficznie oraz opisuje powstawanie wiązań kowalencyjnych i jonowych; pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych i jonów złożonych, z uwzględnieniem wiązań koordynacyjnych.

## 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 sposób i określa warunki powstawania wiązania jonowego;

- wyjaśnia sposób powstawania cząsteczek zbudowanych z atomów pierwiastków chemicznych;
- wyjaśnia istotę wiązania kowalencyjnego niespolaryzowanego
- wyjaśnia sposób tworzenia się cząsteczki związków chemicznych, w których występuje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane;
- wyjaśnia, w jaki sposób powstają orbitale molekularne;
- zapisuje za pomocą wzorów elektronowych i kreskowych powstawanie wiązań kowalencyjnych spolaryzowanych niespolaryzowanych w przykładowych cząsteczkach;
- wyjaśnia, na czym polega istota wiązania koordynacyjnego oraz wskazuje donor i akceptor pary elektronowej w wiązaniu koordynacyjnym.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna.

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

- analiza materiału źródłowego;
- metoda lekcji odwróconej;
- modelowanie;
- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- technika baterii.

### **Formy pracy:**

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

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- układy okresowe, tablice właściwości fizykochemicznych;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- rzutnik multimedialny;
- zestawy do tworzenia modeli cząsteczek, modele kryształów.

### **Przed lekcją**

1. Metoda lekcji odwróconej. Na wcześniejszych zajęciach jako zadanie domowe, polecić uczniom zapoznanie się z filmem edukacyjnym z e-materiałów. Uczniowie przygotowują po trzy pytania do treści filmu.

## **Przebieg zajęć**

### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania, zawarte we wprowadzeniu do e-materiału: Dlaczego atomy łączą się ze sobą? Jak wytłumaczyć fakt, że jedne z pierwiastków chętnie tworzą związki z niektórymi, a z innymi już nie?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel zadaje pytania uczniom: Czy wszystkie atomy zawsze łączą się w ten sam sposób? Jakie rodzaje wiązań chemicznych powstają podczas łączenia się atomów?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

### **Faza realizacyjna:**

1. Metoda lekcji odwróconej. Uczniowie w domu mieli za zadanie obejrzeć film i przygotować pytania. Uczniowie nawzajem zadają sobie pytania i udzielają odpowiedzi. Pozostali uczniowie w tym czasie weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi swoich kolegów i koleżanek.
2. Nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy zadaniowe. Zadaniem uczniów jest poszukanie odpowiedzi na pytania:
  - grupa I – jak tworzy się wiązanie kowalencyjne przykładzie cząsteczki wodoru?;
  - grupa II – jak tworzy się wiązanie jonowe na przykładzie cząsteczki chlorku sodu?Po wyznaczonym czasie, chętni/wskazani uczniowie omawiają tworzenie się tych wiązań. Pozostali weryfikują poprawność wypowiedzi uczniów, mogą włączać się do dyskusji celem uzupełnienia pewnych kwestii. Nauczyciel w razie konieczności może rozwinąć zagadnienia tworzenia się wiązań chemicznych w oparciu o dwie teorie – wiązań walencyjnych i orbitali molekularnych.
3. Nauczyciel rozdaje uczniom zestawy modeli, np. jeden zestaw na dwie pary uczniów. Uczniowie modelują przykładowe cząsteczki pierwiastków, w których występują wiązania kowalencyjne.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje,

udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji, mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. W przypadku, gdy bateria nie jest naładowana w 100%, zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy.

### **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

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

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów w fazie przygotowywania się do pracy kontrolnej lub przez uczniów nieobecnych na lekcji w celu uzupełnienia luk kompetencyjnych i lepszego zrozumienia materiału.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz cenki dla uczniów.
2. Zestawy modeli kulkowo-pręcikowych.