

Co oznacza skrótowiec VSEPR?

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



Co oznacza skrótowiec VSEPR?

Atomium to monumentalny model kryształu żelaza, powiększony 165 miliardów razy. Znajduje się w dzielnicy Laeken na przedmieściach Brukseli. Został zbudowany z okazji Wystawy Światowej w Brukseli w 1958 r., jako symbol ówczesnych naukowych oraz technicznych osiągnięć „wieku atomu”.

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

W wielkim słowniku języka polskiego można odnaleźć olbrzymią ilość skrótów i skrótowców, form pośrednich i wyrazów od nich tworzonych. Przyczyną tego jest fakt, że posługiwanie się nimi na co dzień jest niezwykle wygodne. Z tym samym mamy do czynienia również w chemii. Wprowadzenie skrótowca znacznie ułatwia pracę niejednemu chemikowi. Czy wiesz, że za pomocą skrótowców określono symbole niektórych pierwiastków chemicznych, np. platyny – Pt (platyna, łac. *Platinum*), a także nazwy niektórych technik eksperymentalnych, np. AAS (ang. *Atomic Absorption Spectrometry*)? Czy znasz inne skrótowce stosowane w chemii i potrafisz wyjaśnić ich znaczenie? Czy wiesz, co oznacza skrótowiec **VSEPR**?

Twoje cele

- Wyjaśnisz znaczenie skrótu VSEPR.
- Przeanalizujesz reguły VSEPR.
- Zastosujesz reguły VSEPR do wyznaczenia kształtu prostych cząsteczek związków chemicznych.
- Ocenisz liczbę wolnych par elektronowych wokół atomu centralnego i zaproponujesz kształt cząsteczki.

Przeczytaj

Metoda VSEPR

Budowa przestrzenna dwuatomowych cząsteczek (zarówno homoatomowych X_2 , jak i heteroatomowych XY) nie wymaga szczególnej analizy, gdyż cząsteczka dwuatomowa zawsze będzie przyjmowała geometrię liniową. Natomiast budowę cząsteczek wieloatomowych typu XY_n najłatwiej wytłumaczyć, wykorzystując teorię **VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion)**, czyli teorię **odpychania par elektronów walencyjnych**. Posługując się tą teorią, można przewidzieć kształt cząsteczki.

Typ cząsteczki XY_n zapisano w postaci skrótu, gdzie:

- X – atom centralny;
- Y – atom otaczający atom centralny;
- n – liczba wolnych par elektronowych na atomie centralnym.

Założenia metody VSEPR

Rzeczywisty kształt cząsteczki zależy nie tylko od typu **hybrydyzacji** orbitali walencyjnych atomu centralnego, ale także od tego, czy dana hybryda jest wykorzystana do utworzenia wiązania z innym atomem, czy obsadzana jest przez wolną parę elektronową.

Istotny wpływ na kształt cząsteczki ma właśnie **obecność wolnych par elektronowych atomu centralnego**. Do określania **liczby przestrzennej** – Lp , a tym samym typu hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu centralnego rozpatrywanej cząsteczki, można stosować poniższy wzór:

$$Lp = n + m$$

$$n = \frac{1}{2}(V - C - O)$$

Gdzie:

- n – liczba wolnych par elektronowych na atomie centralnym;
- m – liczba wiązań sigma (σ) utworzonych przez atom centralny, czyli liczba podstawników otaczających atom centralny; wiązanie wielokrotne traktujemy jako wiązanie pojedyncze;
- V – liczba elektronów walencyjnych atomu centralnego;
- C – wartość ładunku jonu, wynikająca z deficytu lub nadmiaru elektronów w związku;
- O – liczba elektronów konieczna do uzyskania korzystniejszej energetycznie konfiguracji elektronowej (konfiguracji elektronowej atomu helowca) przez wszystkie atomy otaczające.

Ważne!

Przedstawiony powyżej wzór znajduje zastosowanie pod warunkiem, że:

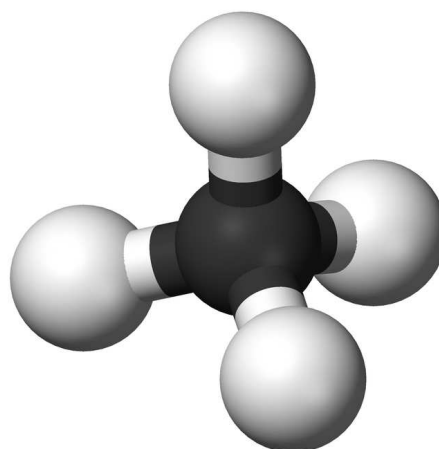
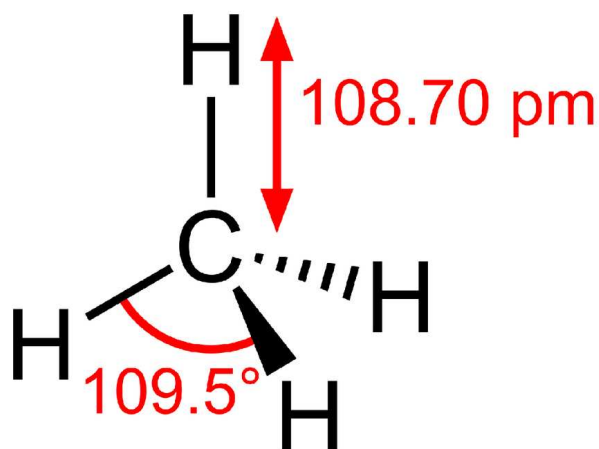
- cząsteczka XY_n zawiera jeden atom centralny, którym jest atom pierwiastka z bloku s lub p ;
- hybrydyzacji ulegają tylko orbitale walencyjne atomu centralnego.

Reguła 1

Jeżeli $Lp = n$, czyli liczba hybryd jest równa liczbie par tworzących wiązania σ , to kształt cząsteczki jest na ogół zgodny z przestrzennym rozmieszczeniem hybryd.

Przykład 1

Taki przypadek występuje dla cząsteczki metanu CH_4 , w której hybrydy sp^3 tworzą wiązania z czterema atomami wodoru. Wszystkie te wiązania są równocenne (kąty pomiędzy wiązaniami wynoszą $109,5^\circ$). W cząsteczce nie występują wolne pary elektronowe, co jest powodem względnej trwałości chemicznej tego związku.



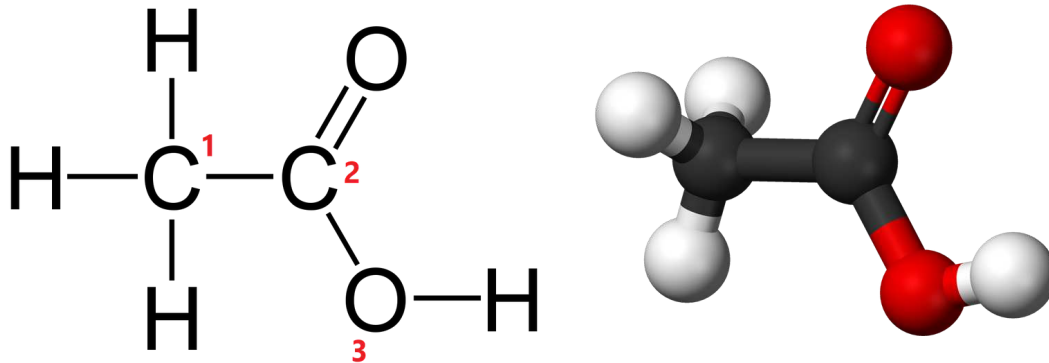
Wzór przestrzenny metanu oraz model 3D cząsteczki metanu

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

W przypadku gdy w cząsteczce znajduje się więcej niż jeden atom centralny, wówczas geometria wokół każdego z nich rozpatrywana jest oddzielnie. Oznacza to, że każdy z atomów centralnych ulega **hybrydyzacji**.

Przykład 2

Kwas etanowy (CH_3COOH) posiada 3 rodzaje geometrii dla 3 różnych atomów centralnych:



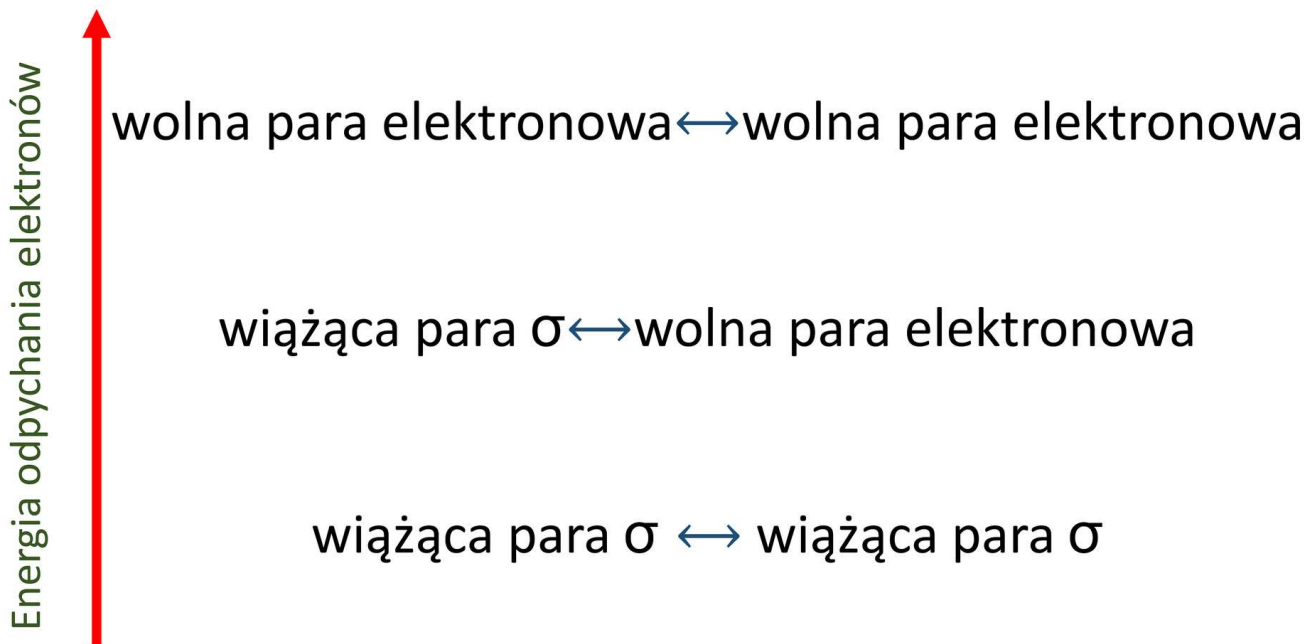
Wzór strukturalny (po lewej) oraz model 3D (po prawej) cząsteczki kwasu etanowego

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

1. Atom węgla, oznaczony numerem 1, tworzy 4 wiązania kowalencyjne i nie posiada wolnych par elektronowych. Wokół atomu centralnego występuje **tetraedryczny** układ wiązań.
2. Atom węgla, oznaczony numerem 2, tworzy 3 wiązania (licząc wiązanie podwójne, jako jedno wiązanie). Dla tego atomu centralnego przypisuje się **geometrię trygonalną płaską**.
3. Atom tlenu, oznaczony numerem 3, tworzy 2 wiązania. Atom tlenu posiada również dwie wolne pary elektronowe. Z tego względu wokół atomu tlenu występuje **tetraedryczny** układ wiązań, a z uwagi na obecność wolnych par elektronowych, układ wiązań wokół atomu tlenu określany jest jako zgięty kątowy.

Reguła 2

Jeżeli atom centralny ma wolną parę elektronową (lub pary), to następują zmiany w kształcie cząsteczki. Nie jest on zgodny z przestrzennym rozmieszczeniem hybryd, co wynika z różnic w energii odpychania elektronów. Energia rośnie w szeregu:



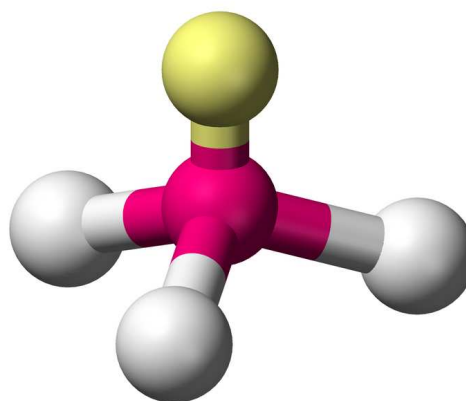
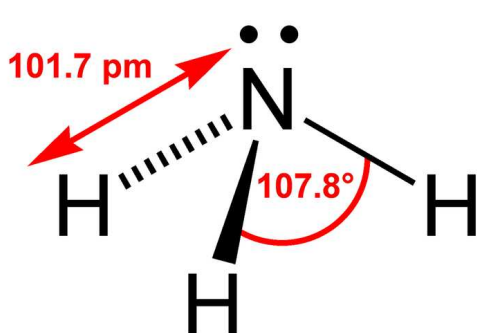
Schemat energii odpychania elektronów

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

Odpychanie pomiędzy **wiązącą parą σ** i **wolną parą elektronową** jest silniejsze niż odpychanie pomiędzy wiązącymi parami σ . Jeśli taka sytuacja ma miejsce w cząsteczce, to jej kształt nie będzie zgodny z przestrzennym ułożeniem hybryd. Osie orbitali σ nie będą się pokrywały z osiami wyjściowych orbitali zhybrydowanych. Wówczas kąt pomiędzy osią hybrydy, obsadzonej przez wolną parę elektronową a osią orbitalu σ , obsadzonego elektronami tworzącymi wiązanie chemiczne, będzie większy (silniejsze odpychanie) niż kąt pomiędzy osiami dwóch orbitali σ , obsadzonych tylko elektronami wiązącymi (słabsze odpychanie).

Przykład 3

W cząsteczce amoniaku NH_3 obecność wolnej pary elektronowej powoduje niewielkie zniekształcenie struktury, ponieważ odpychanie elektronów pary n jest silniejsze od tych, które tworzą wiązania N—H. Z tego względu kąt między wiązaniami jest nieco mniejszy ($107,8^\circ$), niż np. między wiązaniami C—H w cząsteczce metanu ($109,5^\circ$).



Wzór przestrzenny amoniaku oraz model 3D amoniaku z zaznaczoną żółtą wolną parą elektronową

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

Słownik

liczba przestrzenna

wartość pozwalająca wyznaczyć kształt cząsteczki z użyciem metody VSEPR; liczba przestrzenna jest równa liczbie wiązań z atomami otaczającymi i wolnych par elektronowych dookoła atomu centralnego cząsteczki; wiązania wielokrotne i wolne elektrony liczy się jako pojedyncze wiązanie

atom centralny (jon centralny)

atom bądź jon stanowiący rdzeń kompleksu (koordynacyjne związki) i przyłączający (koordynujący) pewną liczbę jonów ujemnych lub cząsteczek obojętnych, zwanych atomami otaczającymi

hybrydyzacja

w chemii kwantowej – tworzenie kombinacji liniowych orbitali atomowych powłoki walencyjnej danego atomu wieloelektronowego, różniących się wartościami pobocznej liczby kwantowej

Bibliografia

Krzczkowska M., Loch J., Mizera A., *Chemia. Repetytorium. Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010.

Vollhardt P., Schore N., *Organic Chemistry: Structure and Function*, 6th Edition, New York 2011.

Film samouczek

Polecenie 1

Czy wiesz, czym jest liczba przestrzenna i jak się ją oblicza? Zapoznaj się z filmem samouczkiem dotyczącym metody VSEPR, a następnie rozwiąż ćwiczenia.

Trwa wczytywanie danych..



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

Film samouczek pt. „Co oznacza skrótowiec VSEPR?”

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

Film dotyczy znaczenia skrótu VSEPR, jak ustala się kształt cząsteczki, jak wyznacza się liczbę elektronów przy atomie centralnym.

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne założenia teorii VSEPR.

- O kształcie cząsteczki decyduje łączna liczba par elektronowych wokół atomu centralnego, czyli pary wiążące i pary niewiążące (wolne pary elektronowe).
- Bierze się pod uwagę względną siłę odpychania par elektronowych: najsilniej odpychają się dwie wolne pary elektronowe, potem para wiążąca z parą niewiążącą, a najłagodniej dwie pary wiążące.
- Bierze się pod uwagę względną siłę odpychania par elektronowych: najłagodniej odpychają się dwie wolne pary elektronowe, potem para wiążąca z parą niewiążącą, a najmocniej dwie pary wiążące.
- W przypadku gdy w cząsteczce znajduje się więcej niż jeden atom centralny, wówczas rozpatruje się wyłącznie geometrię jednego z nich.

Ćwiczenie 2



Połącz w pary pojęcia z odpowiednimi definicjami.

VSEPR

teoria odpychania par elektronów walencyjnych

liczba przestrzenna

wartość, pozwalająca wyznaczyć kształt cząsteczki z użyciem metody VSEPR

hybrydyzacja

w chemii kwantowej – tworzenie kombinacji liniowych orbitali atomowych powłoki walencyjnej danego atomu wieloelektronowego, różniących się wartościami pobocznej liczby kwantowej

Ćwiczenie 3



W oparciu o teorię VSEPR określ kształt cząsteczki amoniaku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Opierając się na teorii VSEPR, omów budowę cząsteczki H_2S .

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



Stosując teorię VSEPR, oblicz liczbę orbitali zhybrydowanych dla najprostszego alkanu. Przedstaw model kulkowy tej cząsteczki.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Dane są cząsteczki: CH_4 , H_2O , BF_3 , CO_2 , SO_2 . Odpowiedz na pytanie, w której cząsteczce kąt pomiędzy wiązaniami jest najbliższy 120° ?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Aceton ma następujący wzór: CH_3COCH_3 . Najlepszym opisem wiązań, jakie tworzy centralny atom węgla w cząsteczce acetonu, jest zdanie:

- Atom C tworzy jedno wiązanie typu σ i jedno typu π .
- Atom C tworzy trzy wiązania typu σ .
- Atom C tworzy cztery wiązania: trzy typu σ i jedno typu π .
- Atom C tworzy jedno wiązanie typu π .
- Atom C tworzy dwa wiązania typu π .

Ćwiczenie 8



Na podstawie teorii VSEPR określ kształt anionu fosforanowego(V).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Posługując się teorią VSEPR, określ kształt cząsteczki BH_3 i podaj typ hybrydyzacji atomu centralnego.

Rozwiązanie oraz 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: Co oznacza skrótowiec VSEPR?

Grupa docelowa:

Liceum ogólnokształcące i technikum, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres rozszerzony

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

4) rozpoznaje typ hybrydyzacji (sp , sp^2 , sp^3) orbitali walencyjnych atomu centralnego w cząsteczkach związków nieorganicznych i organicznych; przewiduje budowę przestrzenną drobin metodą VSEPR; określa kształt drobin (struktura diagonalna, trygonalna, tetraedryczna, piramidalna, V-kształtna).

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.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wyjaśnia znaczenie skrótowca VSEPR;
- analizuje reguły VSEPR;
- stosuje reguły VSEPR do wyznaczenia kształtu prostych cząsteczek związków chemicznych;
- ocenia liczbę wolnych par elektronowych wokół atomu centralnego i proponuje kształt cząsteczki.

Strategie nauczania:

- strategia asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- burza mózgów;
- modelowanie;
- film.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- 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: Jakie znacie skrótowce, używane w chemii? Czy znacie ich znaczenia? Czy wiecie, że za pomocą skrótowców określono symbole niektórych pierwiastków chemicznych, a także nazwy niektórych technik eksperymentalnych? Czy wiecie, co oznacza skrótowiec VSEPR
2. Nauczyciel przedstawia uczniom temat zajęć: „Co oznacza skrótowiec VSEPR?” i prosi, by na jego podstawie uczniowie sformułowali cele lekcji.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół skrótu VSEPR.

Faza realizacyjna:

1. Uczestnicy zajęć, na podstawie dostępnych źródeł, w tym treści e-materiału, analizują założenia metody VSEPR oraz dwie, związane z nią, reguły. Po minionym czasie, chętne osoby omawiają założenia oraz reguły na forum klasy. Pozostali uczniowie mogą doprecyzować wypowiedzi kolegów lub koleżanek. W razie potrzeby nauczyciel uzupełnia podane informacje lub koryguje ewentualne błędy.
2. Nauczyciel rozdaje uczniom plastelinę i wykałaczki/zapałki. Uczniowie w parach, podczas wykonywania poszczególnych ćwiczeń zawartych w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”, budują modele cząsteczek związków chemicznych z zastosowaniem

teorii VSEPR. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera ich i weryfikuje poprawność skonstruowanych modeli.

3. Uczniowie analizują medium bazowe – film samouczek, na podstawie którego utrwala, czym jest liczba przestrzenna i jak się ją oblicza.
4. W ramach sprawdzenia wiedzy, uczniowie w parach wykonują ćwiczenia załączone do medium.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel ponownie odczytuje temat lekcji: „Co oznacza skrótowiec VSEPR?” i inicjuje krótką rozmowę na temat celów lekcji – czy wszystkie zostały spełnione? Jeśli nie, to dlaczego?
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 trudność...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenia interaktywne, których nie rozwiązali na zajęciach.

Materiały pomocnicze:

- plastelina;
- wykałaczki/zapałki.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

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