



Konsultacje Chemia organiczna
Struktura związku i typy wiązań chemicznych, przegląd wybranych reakcji organicznych
23 marca 2023

prof. dr hab. Marta Płońska-Brzezińska

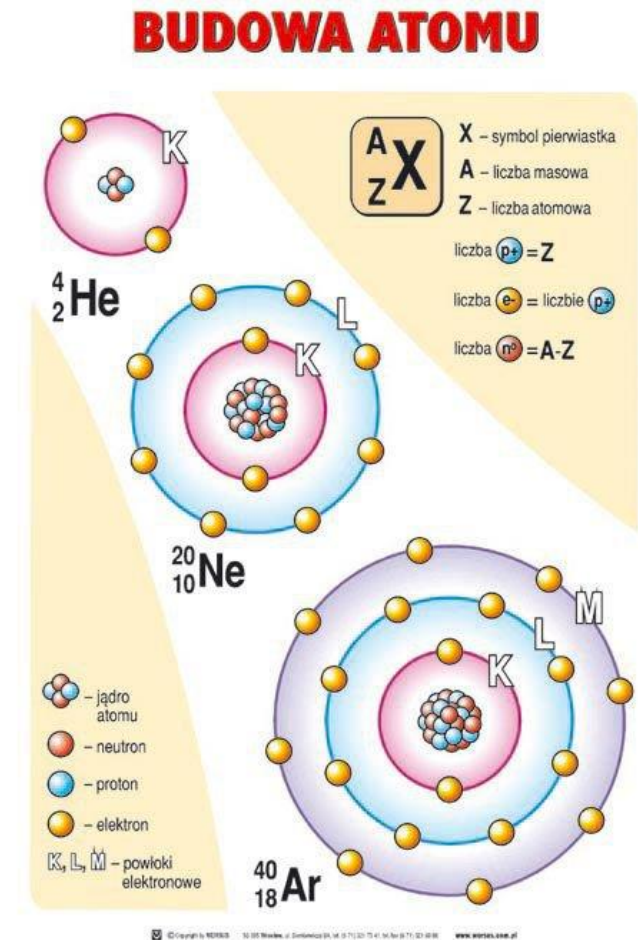
ZAKŁAD CHEMII ORGANICZNEJ

PUBLIKACJA DOFINANSOWANA ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA
W RAMACH PROGRAMU MINISTRA EDUKACJI I NAUKI
POD NAZWĄ BIOLOGIA I CHEMIA PO AKADEMICKU 2
NR PROJEKTU SONP/SP/548089/2022
KWOTA DOFINANSOWANIA
33 100 zł
CAŁKOWITA WARTOŚĆ PROJEKTU
37 100 zł



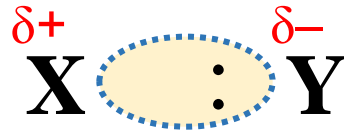
Rozmieszczenie elektronów w atomie

- ✓ Atom składa się z małego jądra o dużej gęstości
 - protony i neutrony.
- ✓ Liczba atomowa – liczba protonów w jądrze.
- ✓ Masa atomowa - liczba protonów i neutronów.
- ✓ Elektrony znajdują się w orbitalach (2 elektrony).
- ✓ Grupy orbitali tworzą powłoki.
- ✓ Elektrony walencyjne.
- ✓ Rdzeń atomu.



Elektroujemność

charakter jonowy



polarne wiązanie
kowalencyjne



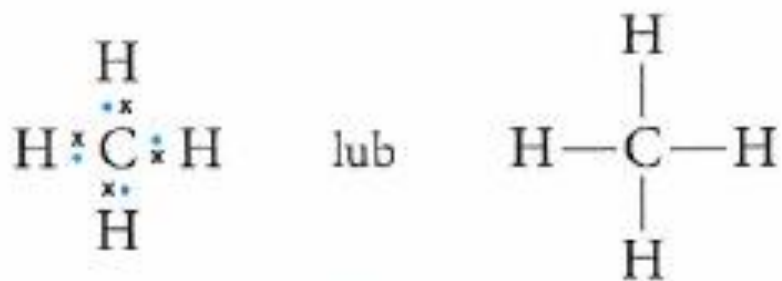
wiązanie jonowe

- ✓ **Elektroujemność** – właściwość atomu polegająca na zdolności przyciągania elektronów w wiązaniu chemicznym.
- ✓ **Efekt indukcyjny** – przesunięcie elektronów w wiązaniu w odpowiedzi na różnice elektroujemności sąsiadujących ze sobą atomów.
- ✓ Polarność wiązania jest spowodowana różnicą elektroujemności.
- ✓ Płynne przejście od wiązania kowalencyjnego do wiązania jonowego jako wynik niesymetrycznego rozkładu elektronów.
- ✓ Grecki symbol δ oznacza cząstkowy ładunek, albo dodatni ($\delta +$), albo ujemny ($\delta -$).
- ✓ Polaryzacje wiązania można oznaczać strzałką: wskazuje ona kierunek polaryzacji – elektrony przemieszczają się w kierunku wskazanym przez strzałkę.

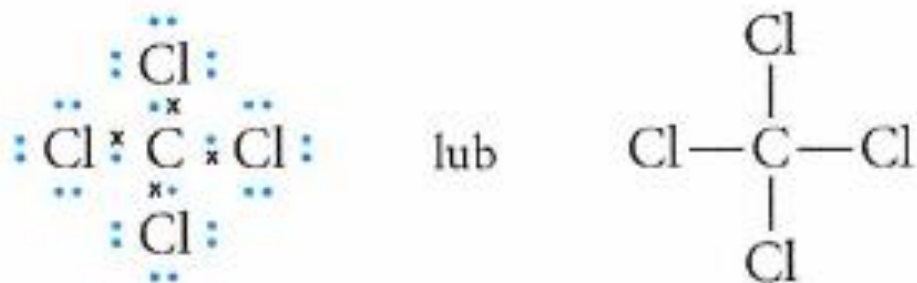
Wiązania kowalencyjne

Teoria Lewisa

- ✓ Wyjątkowa właściwość węgla - uwspólnianie par elektronowych
 - ✓ Tworzenie wiązania **węgiel-węgiel**



metan

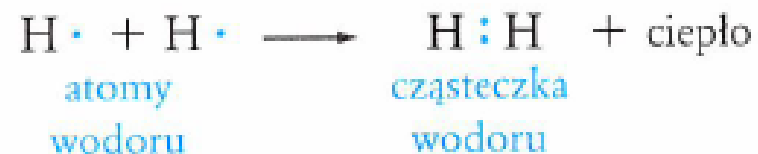


tetrachlorometan
(tetrachlorek węgla)

Węgiel nie jest ani silnie elektrododatni ani silnie elektroujemny.

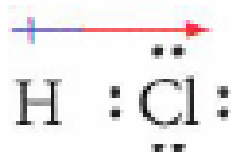
- ✓ Elektrony wiążące
- ✓ Elektrony niewiążące

Energia wiązania jest energią potrzebną do rozerwania 1 mola wiązań kowalencyjnych, ilość energii zależy od rodzaju wiązań.



Wiązania kowalencyjne spolaryzowane

cząstkowy ładunek dodatni



lub

cząstkowy ładunek ujemny

$\delta+$

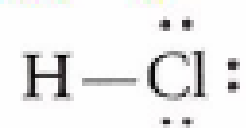
$\delta-$



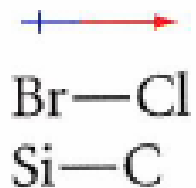
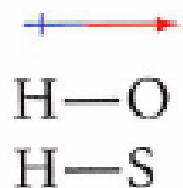
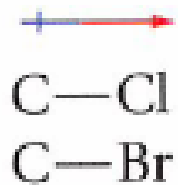
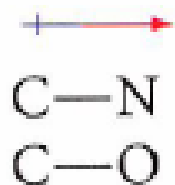
lub

$\delta+$

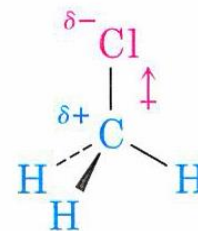
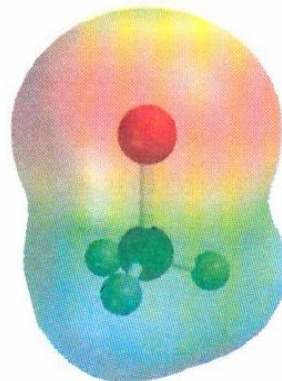
$\delta-$



Wiązanie kowalencyjne, w którym wiążąca para elektronów jest przesunięta w stronę jednego z atomów nazywamy **wiązaniem spolaryzowanym**.



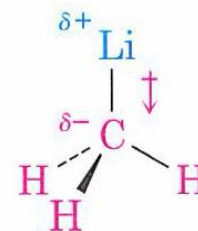
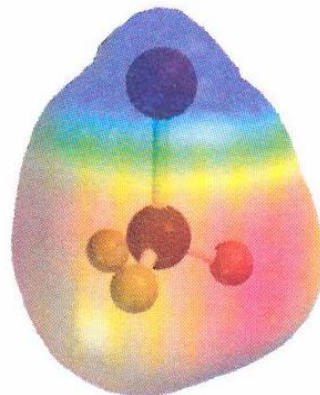
(a)



chlorometan

$$\begin{array}{r} \text{chlor:} \quad \text{EU} = 3,0 \\ \text{węgiel:} \quad \text{EU} = 2,5 \\ \hline \text{różnica} = 0,5 \end{array}$$

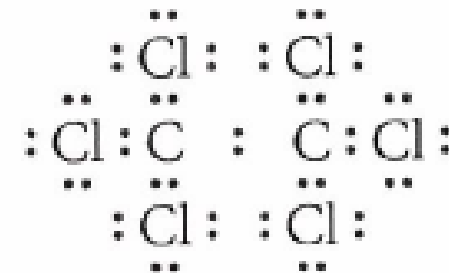
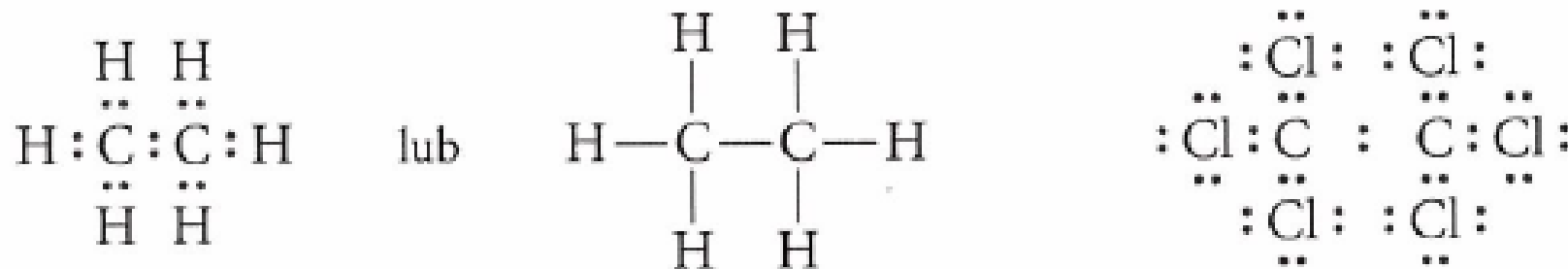
(b)



metylolit

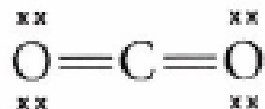
$$\begin{array}{r} \text{węgiel:} \quad \text{EU} = 2,5 \\ \text{lit:} \quad \text{EU} = 1,0 \\ \hline \text{różnica} = 1,5 \end{array}$$

Wiązania kowalencyjne wielokrotne



A

lub



B

lub



C



lub



cyjanowodór

lub

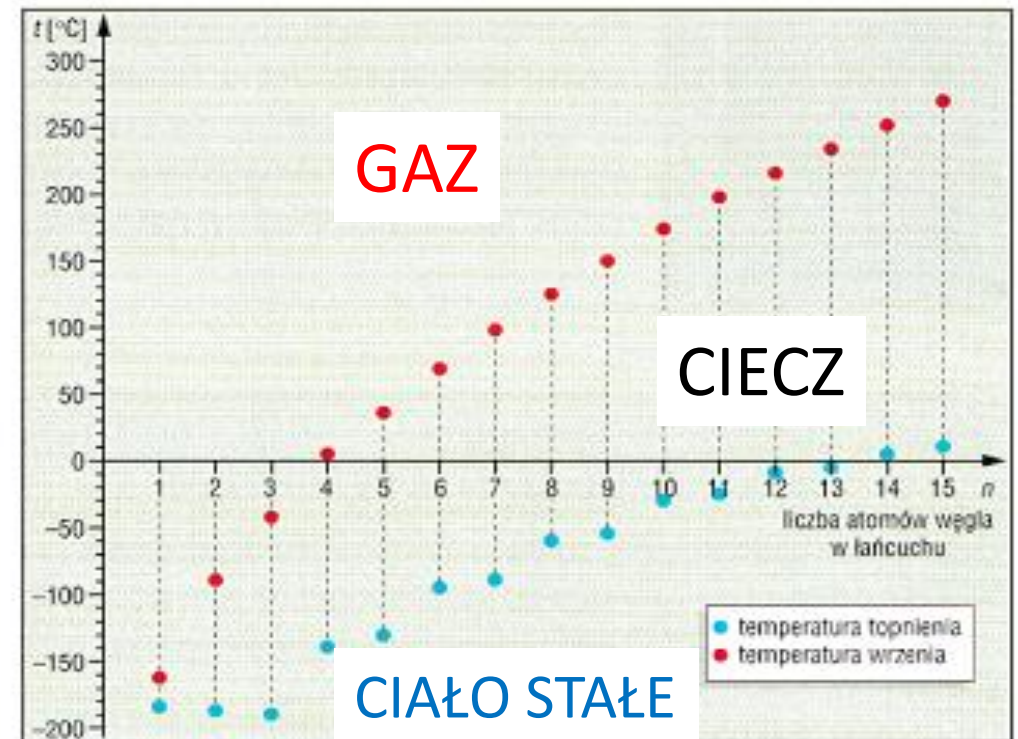


W wiązaniu podwójnym dwa atomy dzielą ze sobą dwie pary elektronowe.

Elektrony niewiążące, czyli **nieuwspólnione pary elektronowe**, są zlokalizowane na jednym atomie.

Podkreśl jedno z określeń podanych w nawiasie, dobierając je tak, aby powstało zdanie prawdziwe.

1. Alkanem, którego temperatura wrzenia jest najbliższa temperaturze wrzenia wody jest (oktan, butan, heptan).
2. Różnice temperatur wrzenia kolejnych alkanów w szeregu homologicznym są (coraz mniejsze, coraz większe, jednakowe).
3. Różnice temperatur topnienia kolejnych alkanów w szeregu homologicznym są (coraz mniejsze, coraz większe, jednakowe, zmieniają się nieregularnie).
4. W temperaturze 100°C heksan jest (gazem, cieczą, ciałem stałym).
5. W temperaturze -100°C metan jest (gazem, cieczą, ciałem stałym).



Struktura atomowa: konfiguracje elektronowe

Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

ZASADA 1 Orbitale o najniższej energii są wypełnione jako pierwsze w kolejności $1s$; $2s$; $3s$; $3p$; $4s$; $3d$ (**zasada rozbudowy**).

ZASADA 2 Działanie elektronów wiąże się z tym, że mają one spinowy moment pędu wokół osi, podobnie do spinu kuli ziemskiej. Spin ten może mieć dwie orientacje, określane jako \uparrow (w górę) i \downarrow (w dół). Orbital mogą zajmować jedynie dwa elektrony. Muszą one mieć przeciwne spiny (**zakaz Pauliego**).

ZASADA 3 Jeżeli dostępne są dwa lub więcej niezapełnione orbitale o równej energii, zajmowane są one kolejno przez pojedyncze elektrony ze spinami równoległymi, aż wszystkie zostaną w połowie wypełnione (**reguła Hunda**).

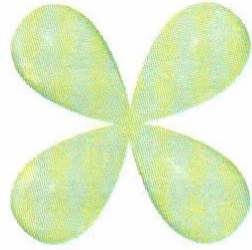
Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych



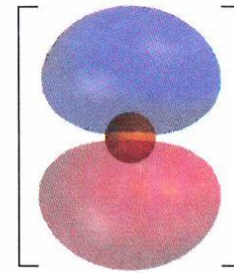
orbital s



orbital p



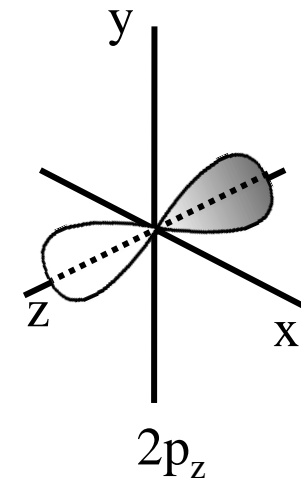
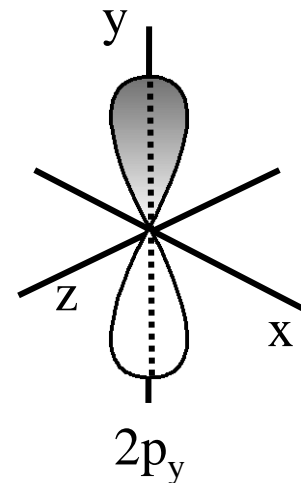
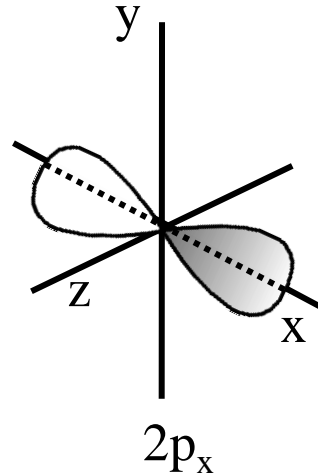
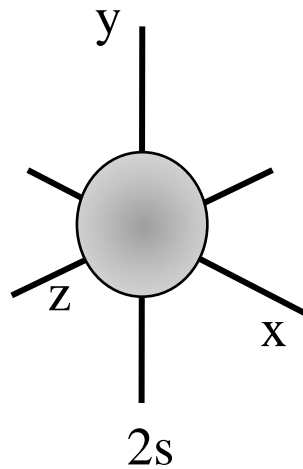
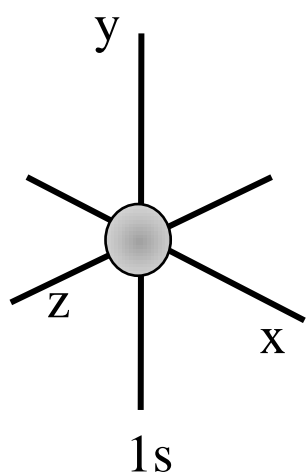
orbital d



orbital $2p$

Orbitalem cząsteczkowym jest przestrzeń zajmowana przez elektrony w cząsteczce.

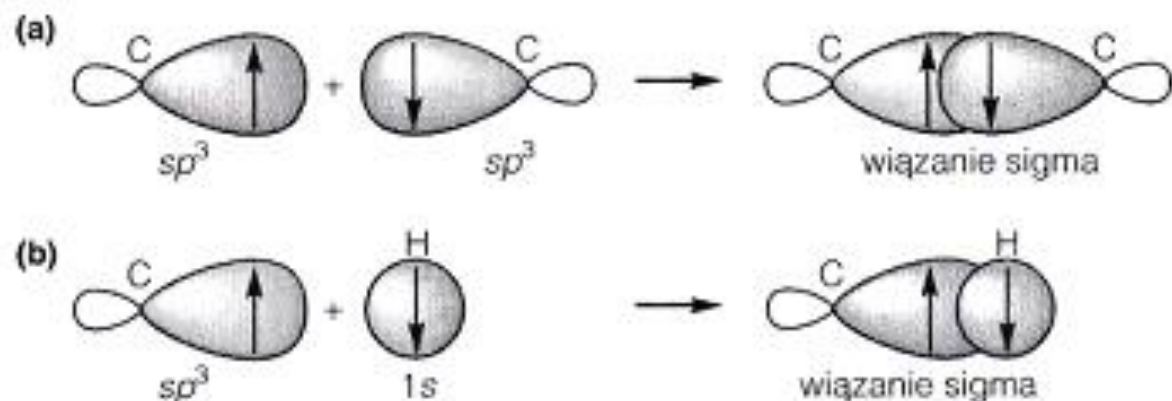
Żaden orbital cząsteczkowy nie może zawierać więcej niż 2 elektrony.



Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Wiązanie typu sigma

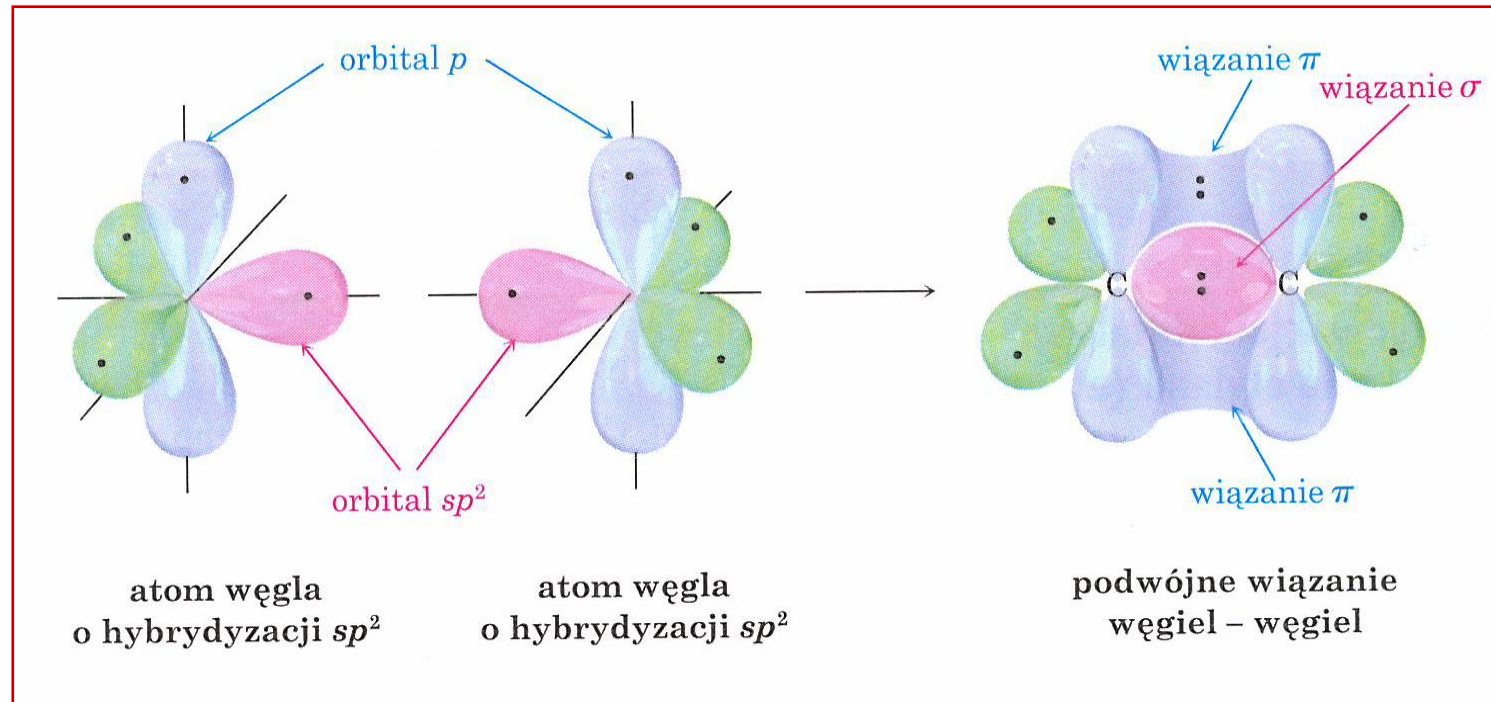
- ✓ Skala energii – energia elektronów w różnych orbitalach.
- ✓ Większa odległość od jądra większa energia potencjalna.
- ✓ Energia $2s$ niższa niż energia $2p$.
- ✓ Orbitale $2p$ różnią się tylko ułożeniem przestrzennym a nie energią.



Orbital sigma (σ) leży wzdłuż osi między dwoma związanymi atomami; para elektronów w orbitalu sigma jest nazywana **wiązaniem sigma**.

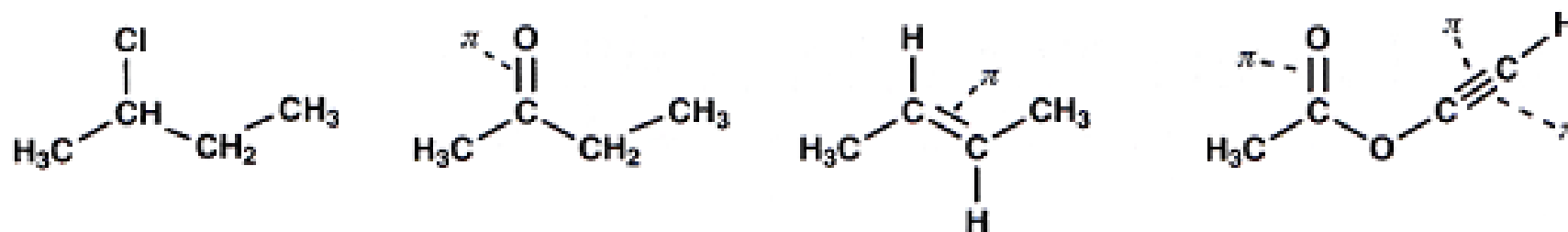
Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Wiązanie typu π

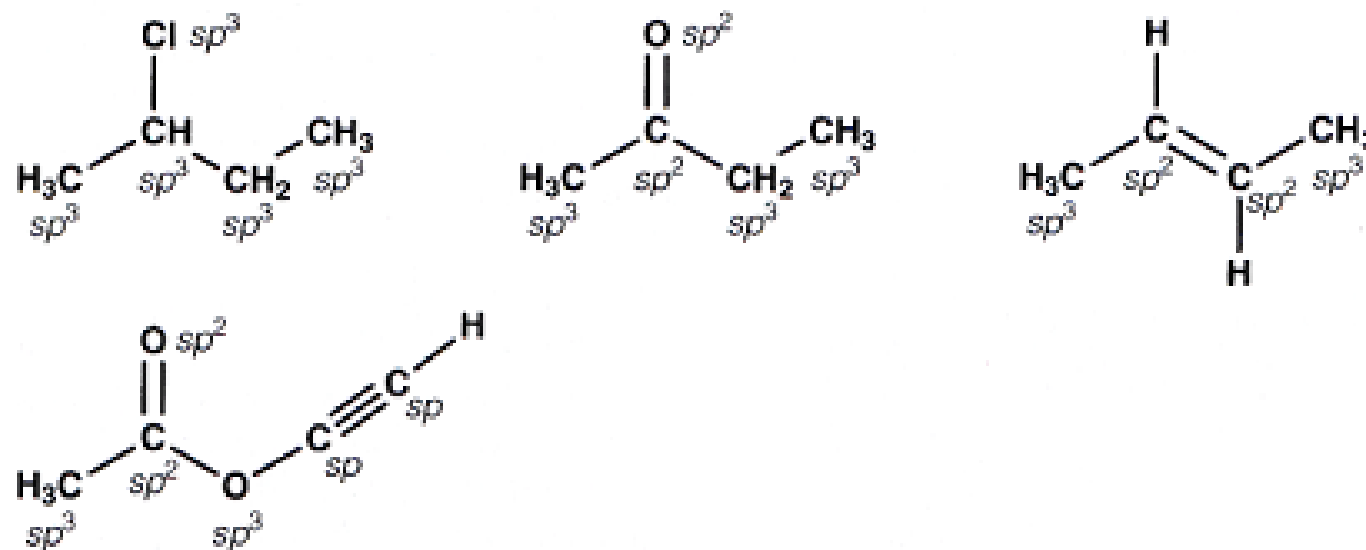


- ✓ Nałożenie się orbitali dwóch atomów węgla o hybrydyzacji sp^2 prowadzące do utworzenia wiązania podwójnego $C=C$.
- ✓ Jedną część wiązania podwójnego powstała w wyniku czołowego nałożenia się orbitali sp^2 , natomiast druga część utworzyła się w wyniku bocznego nałożenia się nie zhybrydyzowanych orbitali p .
- ✓ Wiązanie π zajmuje obszar gęstości elektronowej po obydwu stronach linii łączącej jądra atomów węgla.

Zadanie: Hybrydyzacja



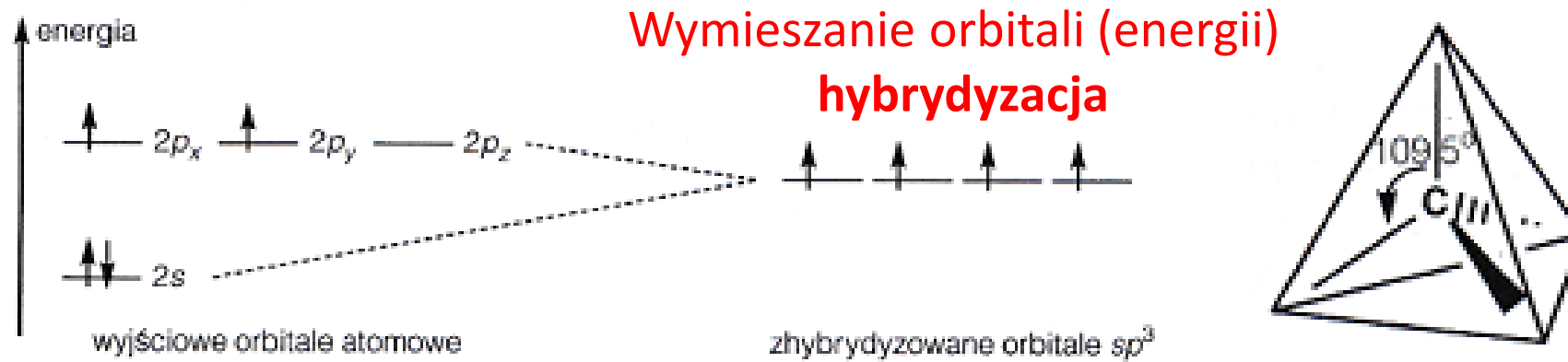
Rys. 1. Wszystkie pokazane wiązania są wiązaniami σ z wyjątkiem wiązań oznaczonych jako π



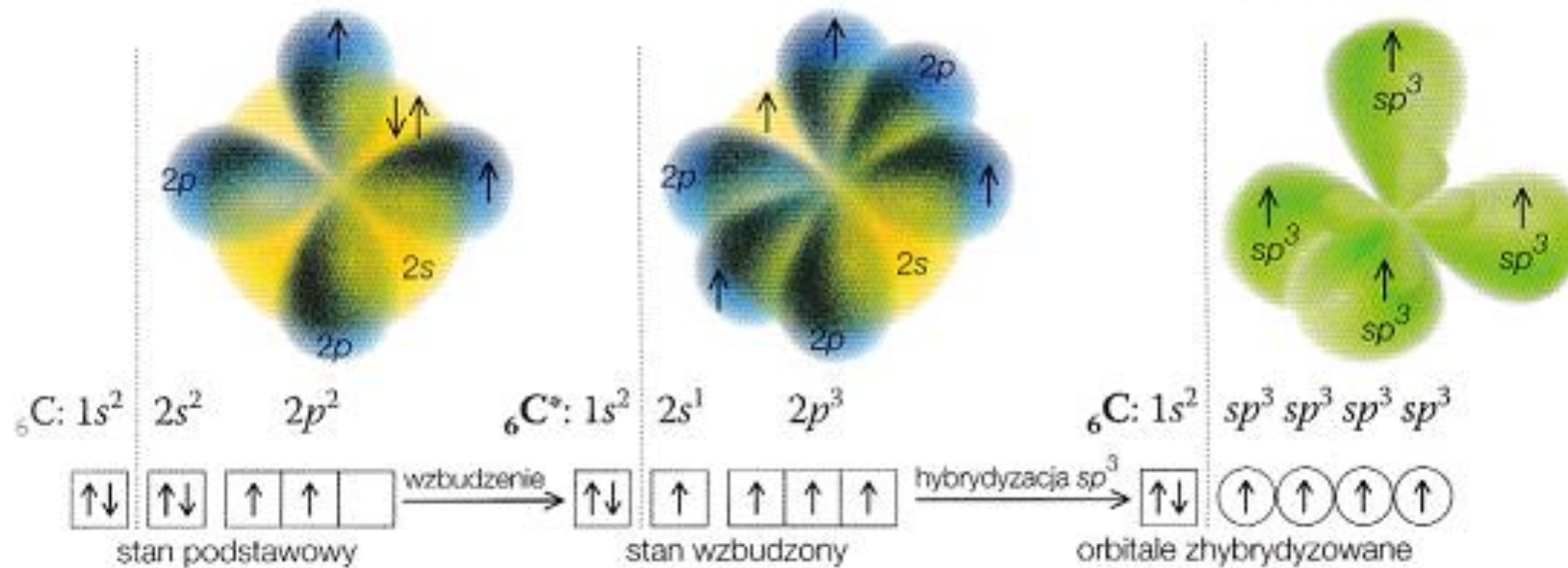
Rys. 2. Przykłady cząsteczek, w których obecne są atomy o hybrydyzacji sp , sp^2 i sp^3

Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Zhybrydowane orbitale sp^3 atomu węgla

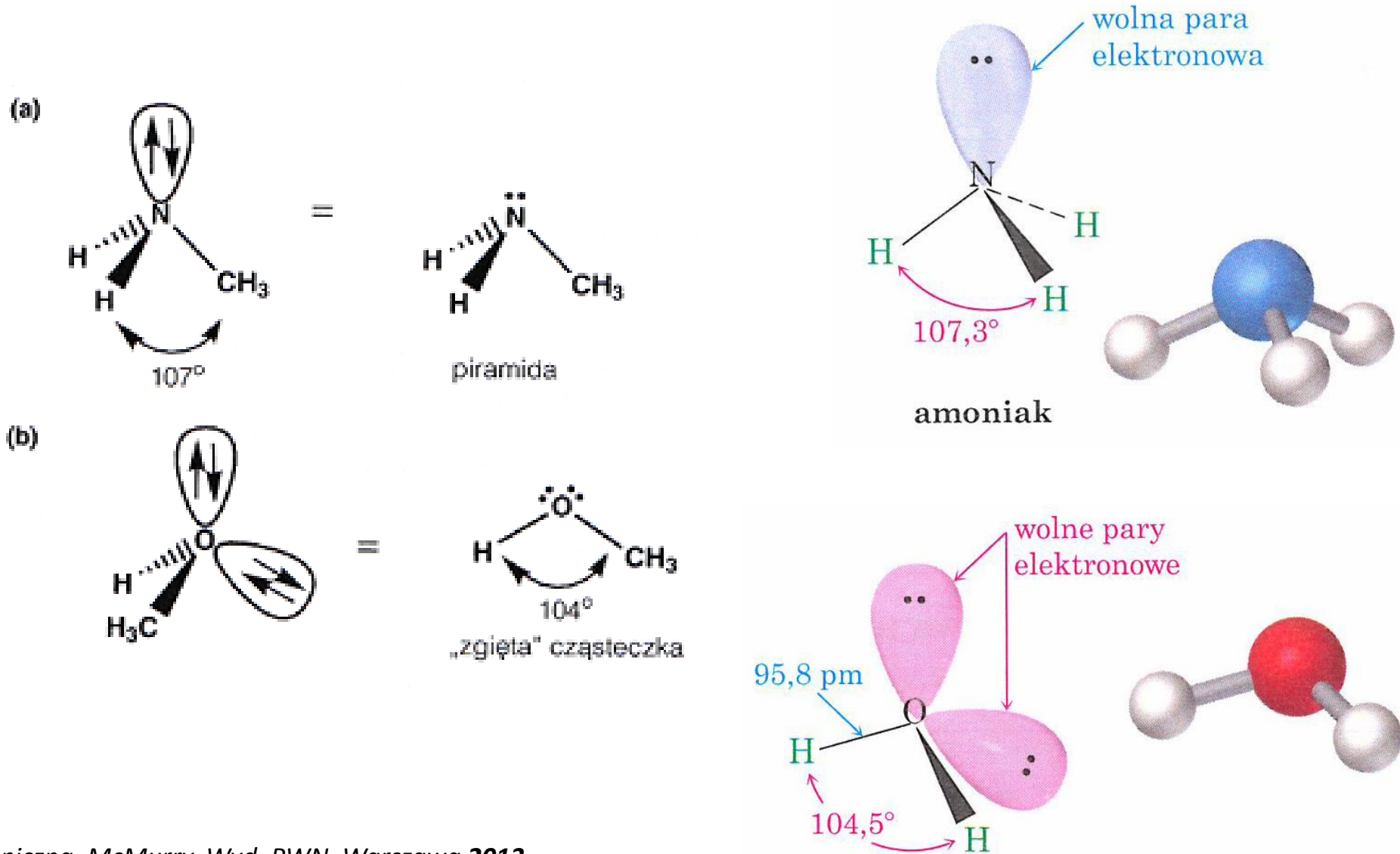


Rys. 1. Hybrydyzacja sp^3



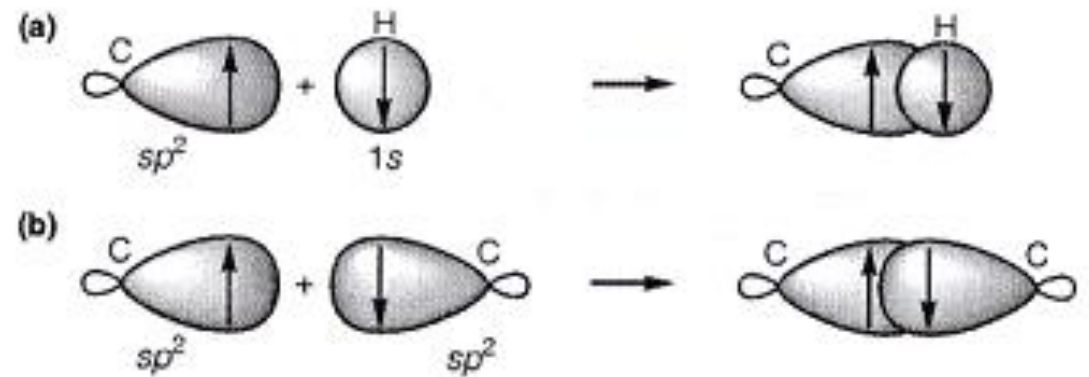
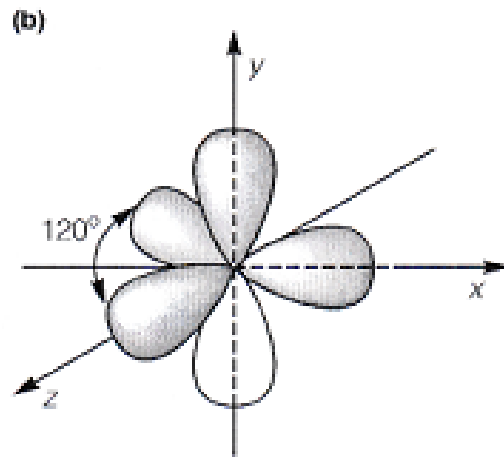
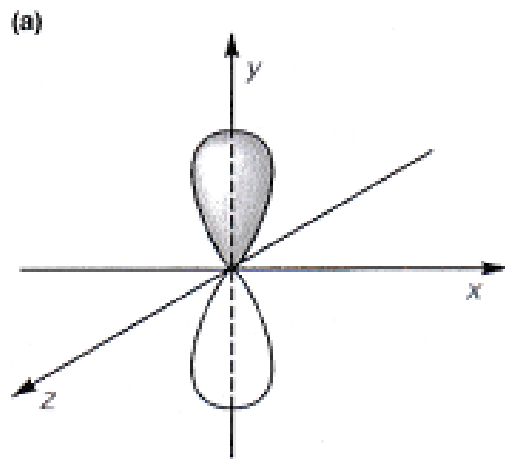
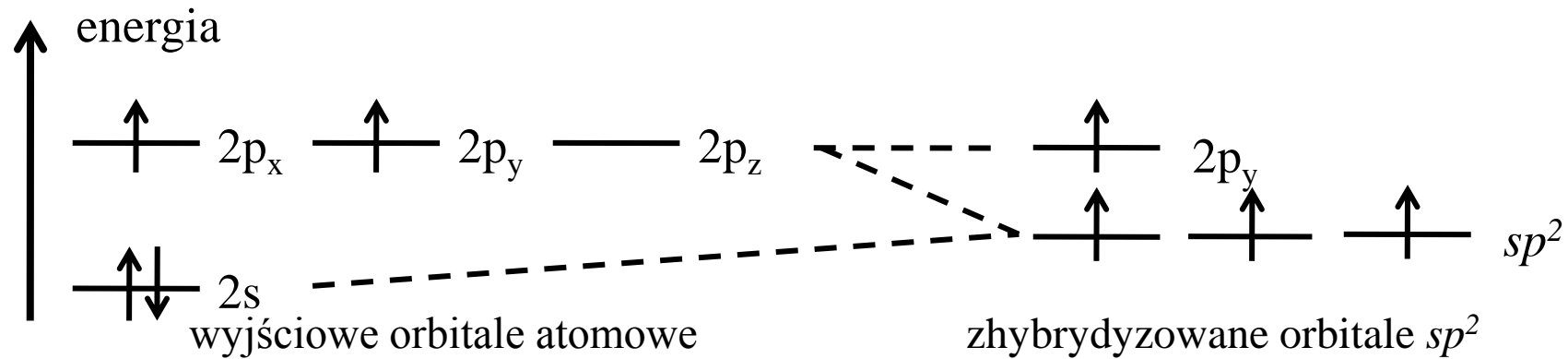
Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Zhybrydowane orbitale sp^3 atomu węgla



Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Zhybrydowane orbitale sp^2 atomu węgla



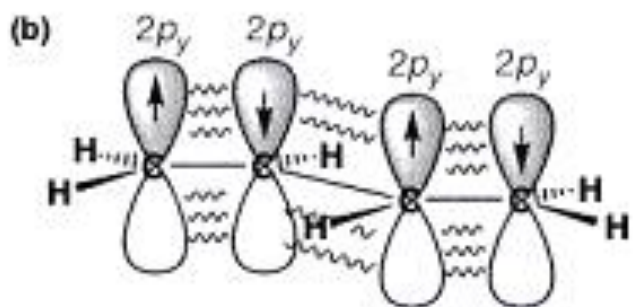
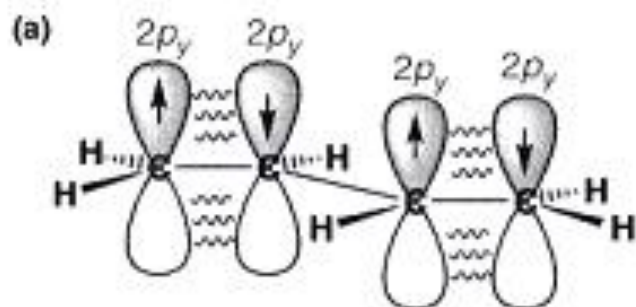
Rys. 2. (a) Geometria orbitalu $2p_y$; (b) geometria orbitalu $2p_y$ i zhybrydowanych orbitali sp^2

Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

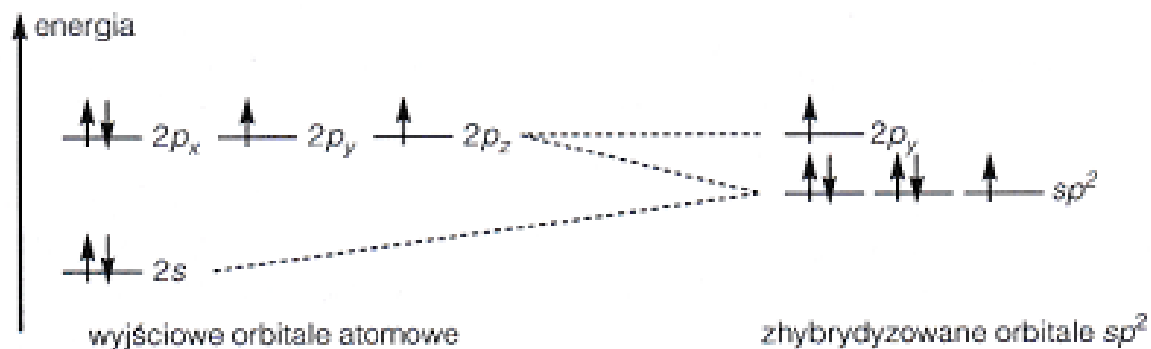
Zhybrydowane orbitale sp^2 atomu tlenu



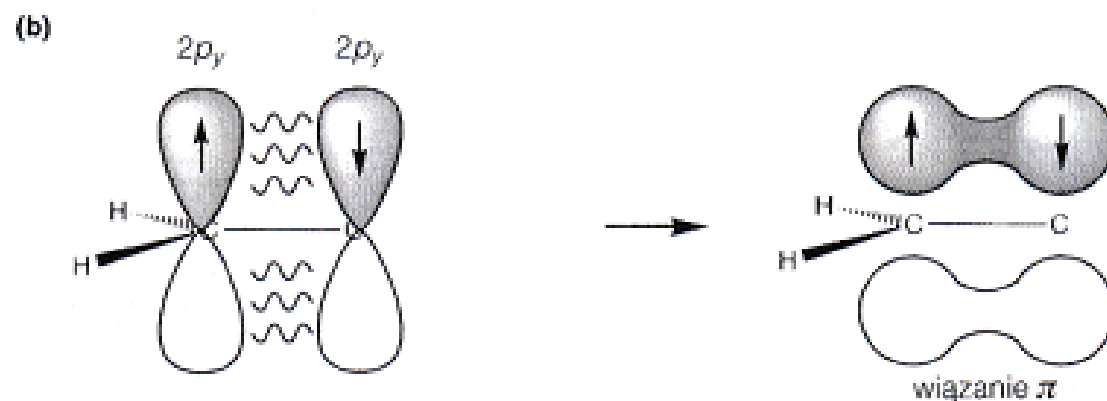
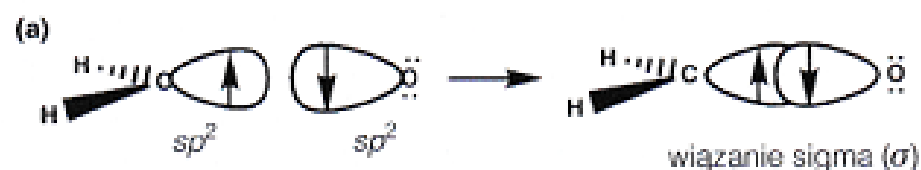
1,3-butadien



Rys. 12. (a) Wiązania π w 1,3-butadienie; (b) delokalizacja w 1,3-butadienie



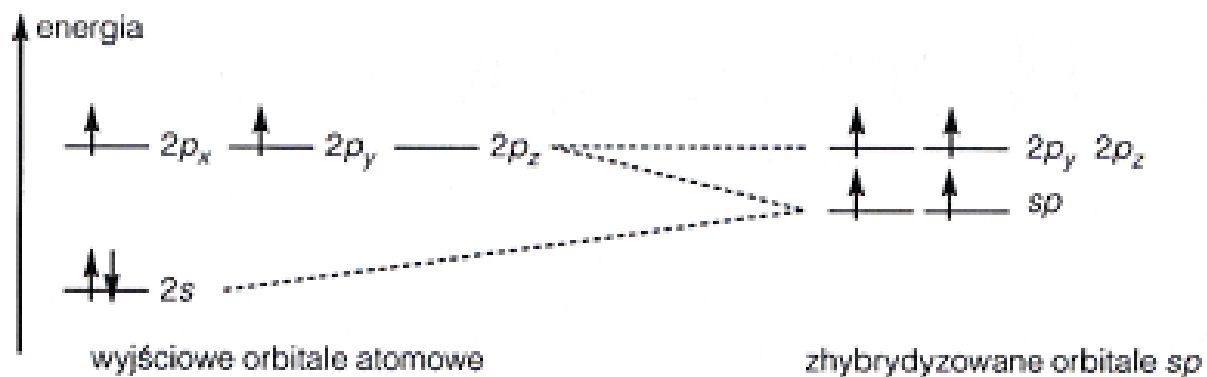
Rys. 7. Diagram poziomów energetycznych atomu tlenu o hybrydyzacji sp^2



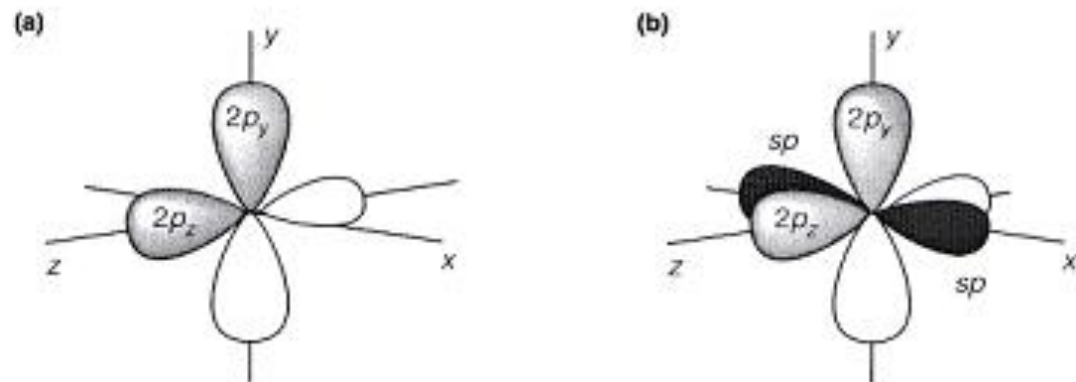
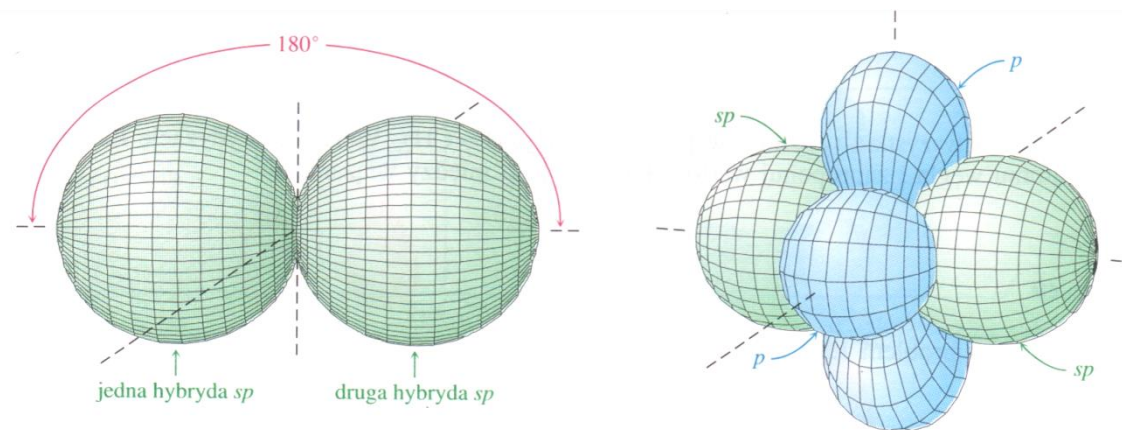
Rys. 8. (a) Powstawanie karbonylowego wiązania σ ; (b) powstawanie karbonylowego wiązania π

Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Zhybrydowane orbitale sp atomu węgla



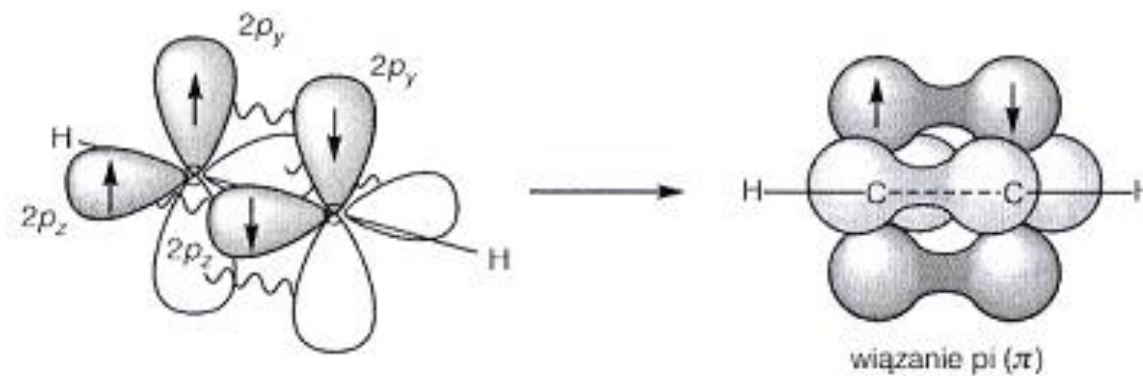
Rys. 1. Hybrydyzacja sp atomu węgla



Rys. 2. (a) Orbitale $2p_y$ i $2p_z$ atomu węgla o hybrydyzacji sp ; (b) orbitale $2p_y$, $2p_z$ i hybrydy sp atomu węgla o hybrydyzacji sp

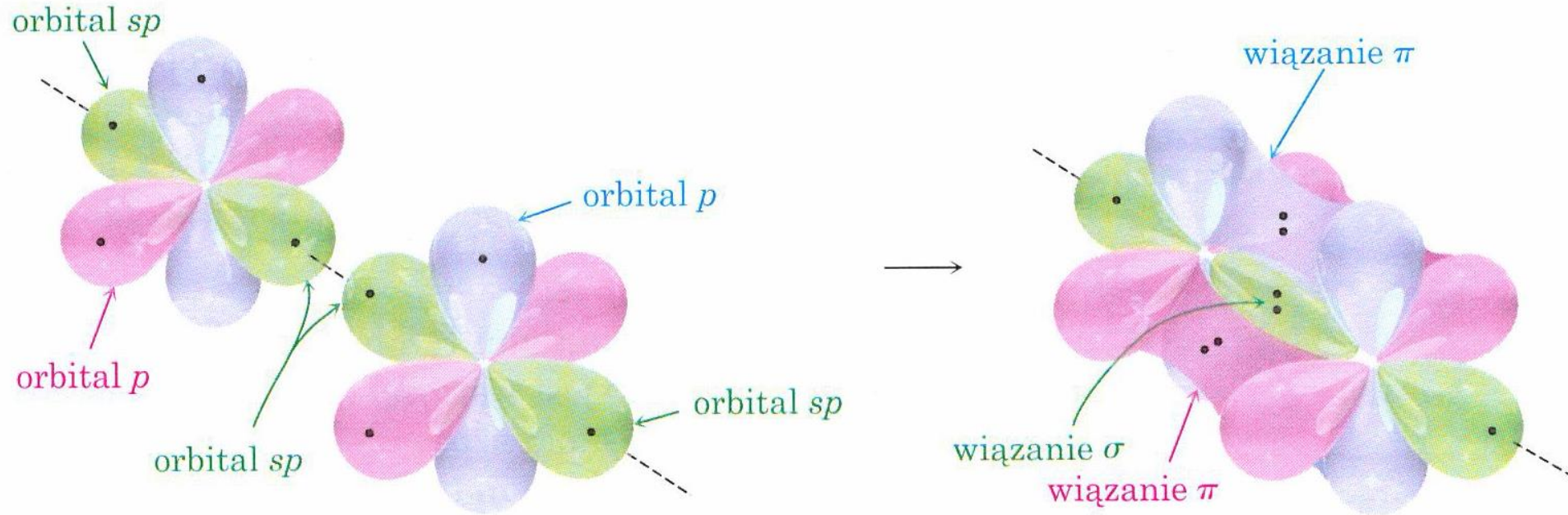


Rys. 4. (a) Wiązania σ w etynie; (b) prosty zapis wiązań σ w etynie

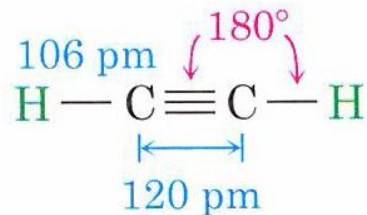


Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Zhybrydowane orbitale sp atomu węgla

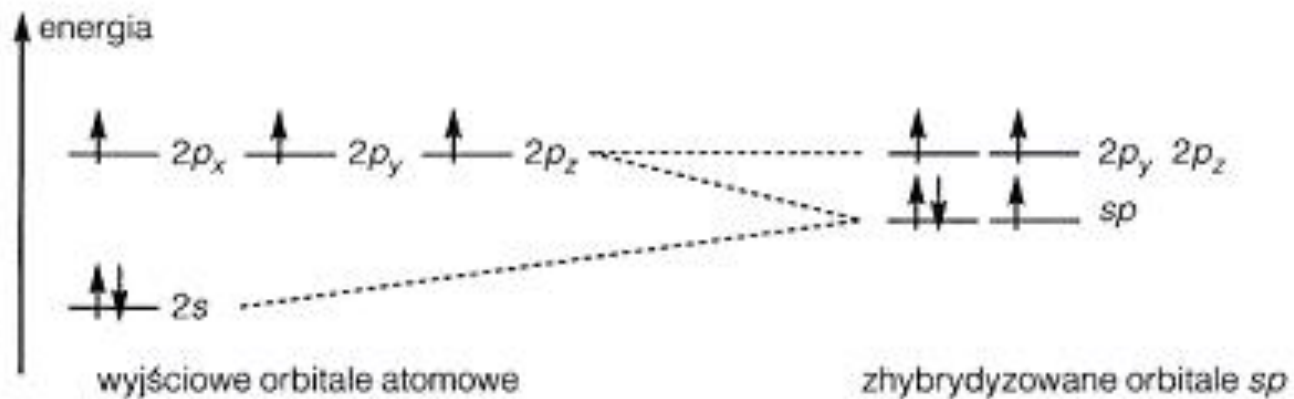


wiązanie potrójne
węgiel-węgiel

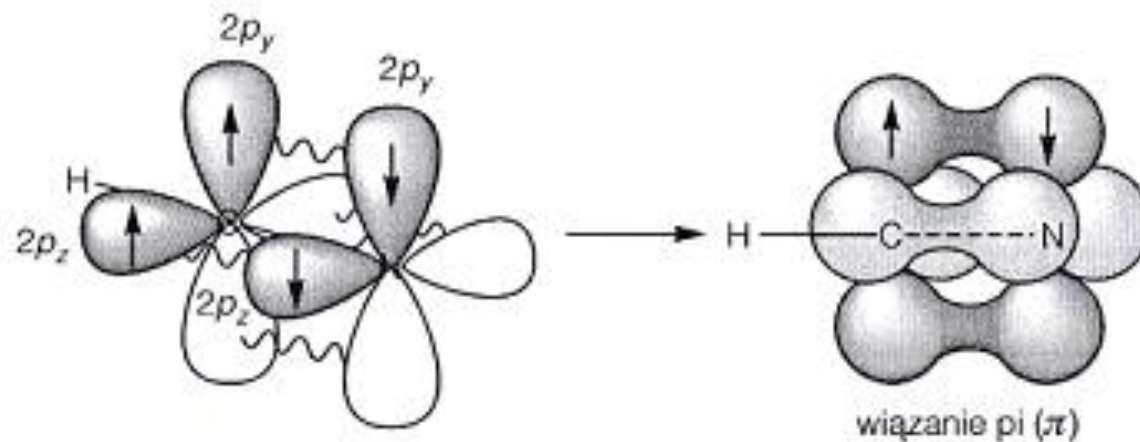


Orbitalowa koncepcja wiązań chemicznych

Zhybrydowane orbitale sp atomu azotu



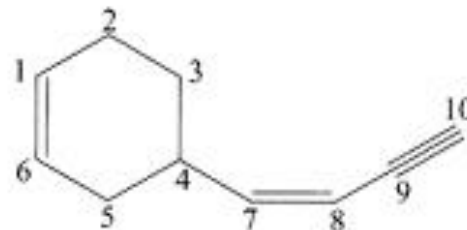
Rys. 6. Hybrydyzacja sp atomu azotu



Rys. 7. Wiązania π w cząsteczce HCN

Zadanie 13. (2 pkt)

Przeanalizuj podany niżej wzór pewnej substancji organicznej i wykonaj polecenia.



A. Podaj numery atomów węgla o określonej hybrydyzacji:

Atomy o hybrydyzacji sp^3 :
Atomy o hybrydyzacji sp^2 :
Atomy o hybrydyzacji sp :

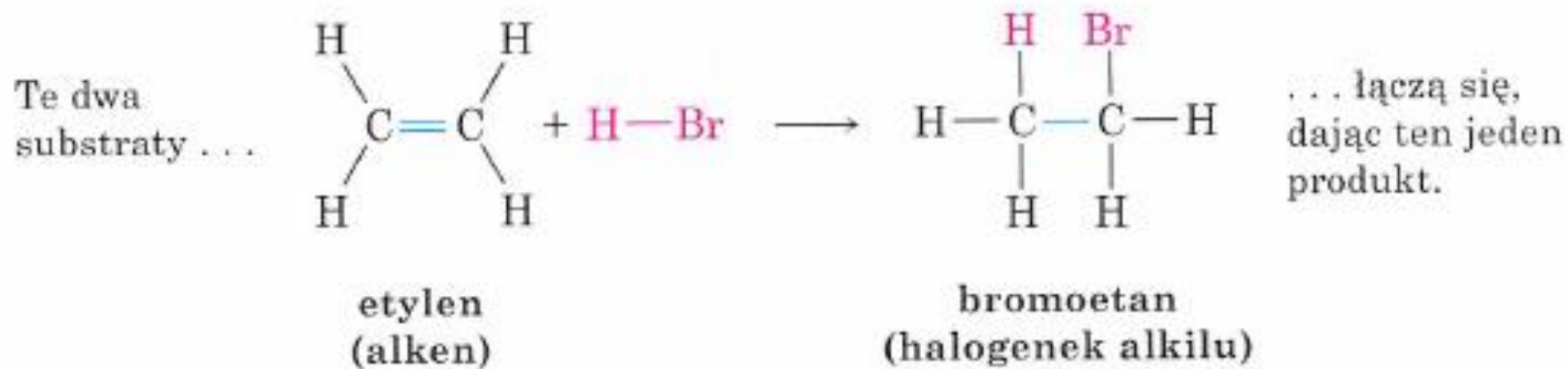
B. Podaj wartość masy molowej tego związku:

Przegląd reakcji organicznych

Jakiego rodzaju?

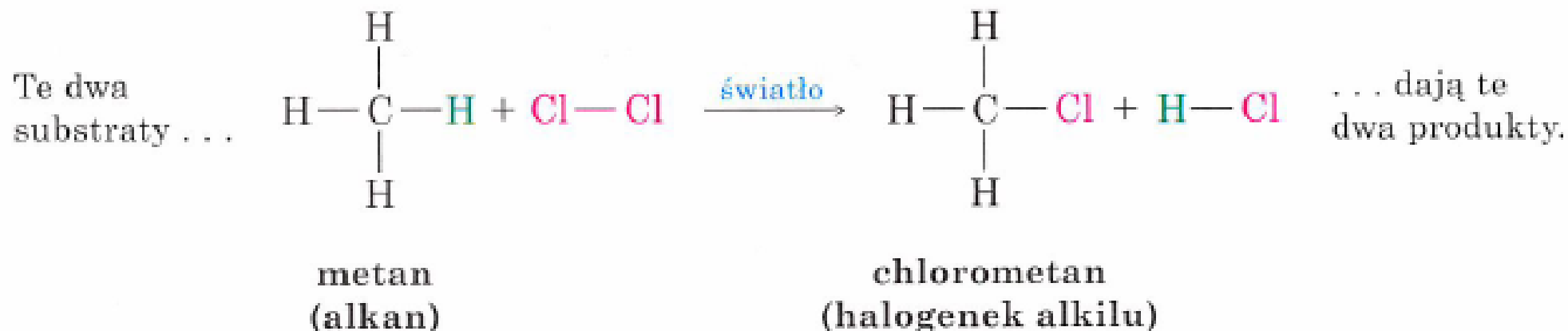
W jaki sposób?

1. Reakcja addycji
2. Reakcja eliminacji
3. Reakcja substytucji
4. Reakcja przegrupowania



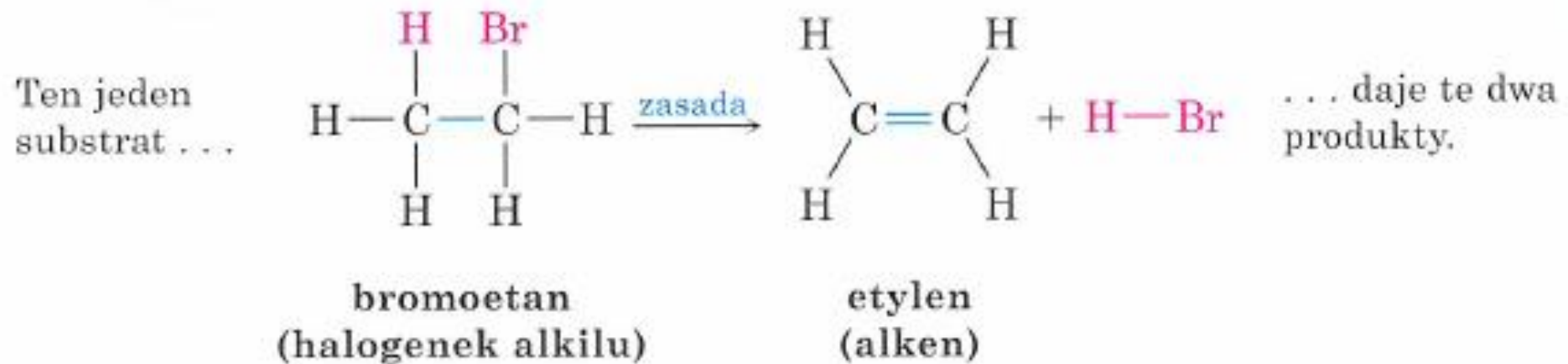
Przegląd reakcji organicznych

- **Reakcje substytucji (podstawienia)** zachodzą, gdy dwa substraty wymieniają się fragmentami swoich cząsteczek, dając dwa nowe produkty. Przykładem reakcji substytucji jest reakcja alkanu z chlorem, w obecności światła UV, dająca w efekcie chlorek alkilu. Podstawnik, jakim jest atom Cl z cząsteczki chloru, zastępuje atom wodoru w cząsteczce alkanu, a w wyniku tego procesu powstają dwa nowe produkty:



Przegląd reakcji organicznych

- **Reakcje eliminacji** są, w pewnym sensie, odwróceniem reakcji addycji. Reakcje te zachodzą, gdy pojedynczy substrat rozszczepia się na dwa produkty. Przykładem reakcji eliminacji jest reakcja halogenku alkilu z zasadą. Powstaje w niej kwas i alken:



Przegląd reakcji organicznych

- **Reakcje przegrupowania** zachodzą wtedy, gdy w pojedynczym substracie następuje reorganizacja wiązań i atomów, dając produkt izomeryczny. Przykładem reakcji przegrupowania jest przemiana but-1-enu w jego izomer konstytucyjny but-2-en. Zachodzi ona pod wpływem katalizatora kwasowego:



Przegląd reakcji organicznych

Rozerwanie wiązania atomowego

Dwa sposoby rozrywania dwuelektronowych wiązań chemicznych:

- ✓ sposób symetryczny – homolityczny rozpad
- ✓ sposób niesymetryczny – heterolityczny rozpad



homolityczne (rodnikowe) rozerwanie wiązania
(w każdym fragmencie pozostaje jeden elektron)



heterolityczne (polarne) rozerwanie wiązania
(dwa elektrony pozostają w jednym fragmencie)

Przegląd reakcji organicznych

Rozerwanie wiązania atomowego

Analogicznie, istnieją dwa sposoby powstawania wiązania atomowego dwu-elektronowego: wiązanie może się tworzyć w sposób symetryczny (**homogeniczny**), gdy każdy substrat wnosi do nowego wiązania po jednym elektronie, lub w sposób niesymetryczny (**heterogeniczny**), gdy do nowego wiązania elektrony wiążące wnosi tylko jeden z substratów.



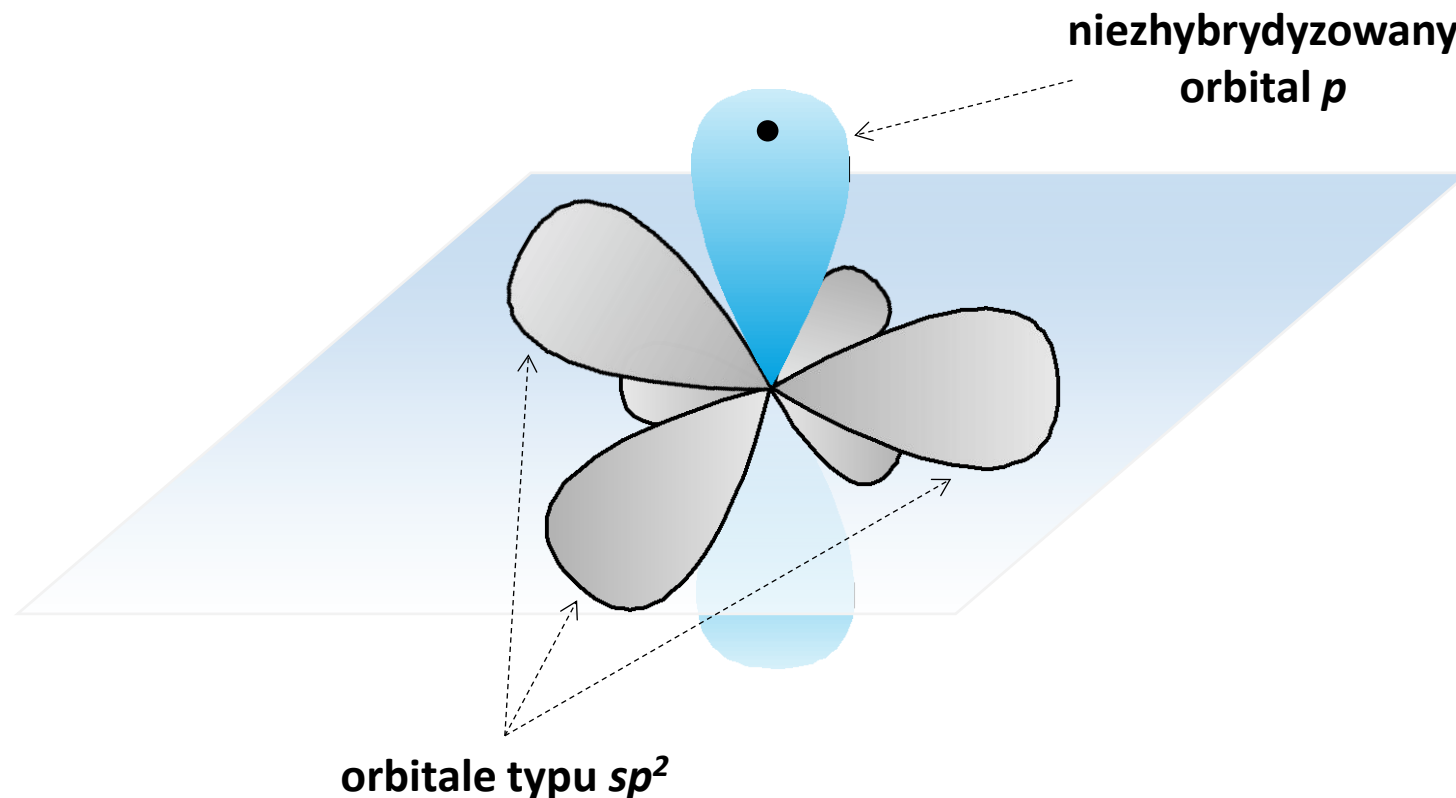
homogeniczne (rodnikowe) tworzenie wiązania
(każdy fragment dostarcza jeden elektron)



heterogeniczne (polarne) tworzenie wiązania
(jeden fragment dostarcza dwa elektrony)

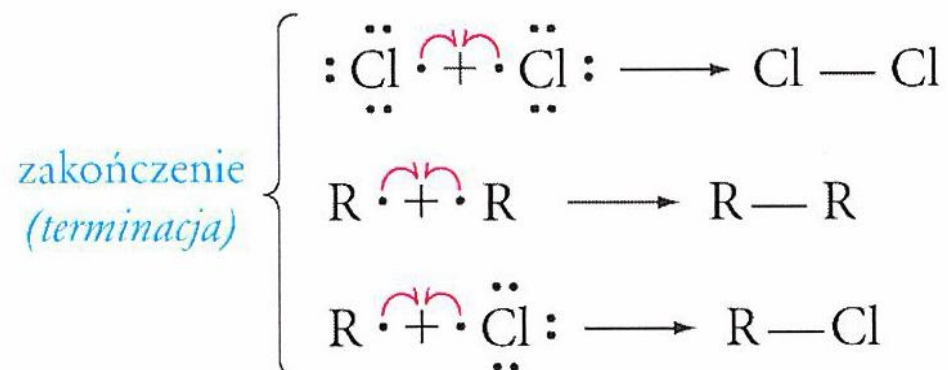
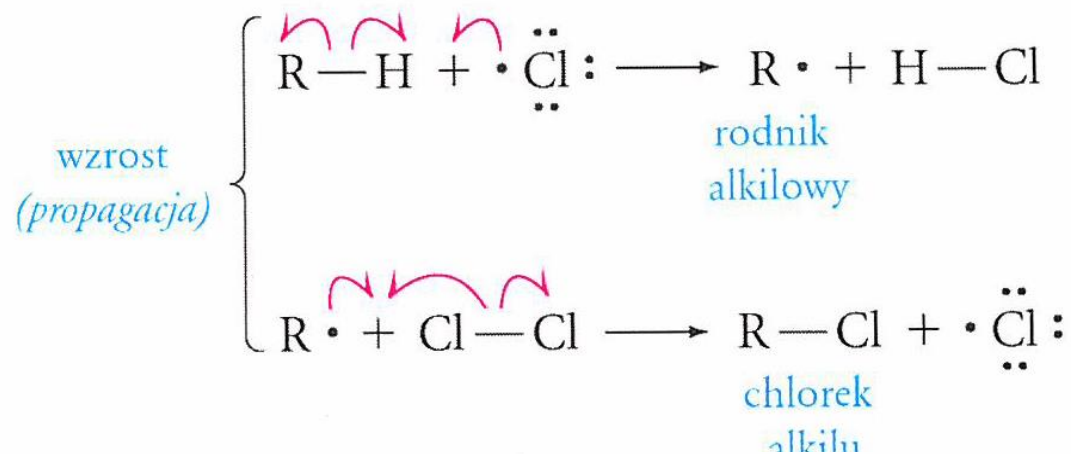
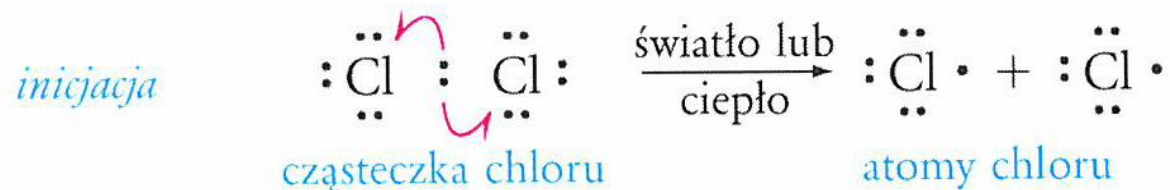
Hybrydyzacja i rodniki

Rodnik jest indywiduum molekularnym, który zawiera nieparzystą liczbę elektronów walencyjnych i w ten sposób ma pojedynczy, niesparowany elektron na jednym ze swoich orbitali.



Mechanizm reakcji rodnikowej

Reakcja łańcuchowa

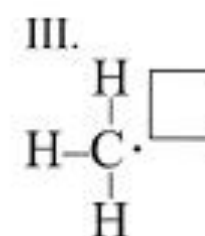
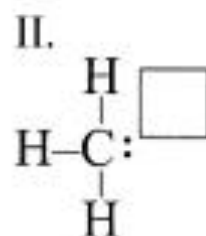
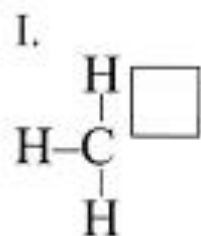


Informacje do zadań 1.– 4.

- I. Atom węgla nie tworzy trwałych jonów. W trakcie zachodzenia reakcji organicznych mogą pojawiać się jednak nietrwale cząstki, takie jak: karbokationy, karboaniony i rodniki. Ich budowę można formalnie wyjaśnić, pozabawiając cząsteczkę alkanu: anionu H^- , kationu H^+ lub atomu wodoru H^\bullet .
- II. Mówimy, że grupy funkcyjne, które słabiej od wodoru przyciągają elektrony, mają dodatni efekt indukcyjny. O grupach, które silniej od wodoru przyciągają elektrony mówimy, że ich efekt indukcyjny jest ujemny. Wszystkie grupy alkilowe mają dodatni efekt indukcyjny, czyli słabiej od wodoru przyciągają elektrony.

Zadanie 1. (2 pkt)

Poniżej przedstawiono wzory elektronowe nietrwałych cząstek, które powstają w wyniku procesów opisanych w punkcie I *Informacji*:



A. W kratkach zapisz ładunek każdej cząstki.

B. Określ typ hybrydyzacji atomu węgla w wybranych strukturach:

struktura I:

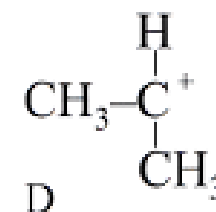
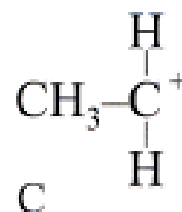
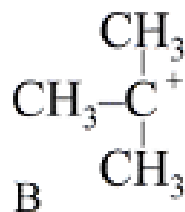
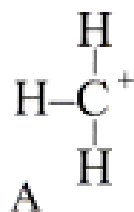
struktura II:

Zadanie: Alkeny i alkiny

Strona 22

Zadanie 2. (2 pkt)

Biorąc pod uwagę informację podaną w punkcie II, uporządkuj podane niżej karbojony pod względem rosnącej trwałości. Zastosuj symbole literowe i znak „<”.



Odpowiedź:

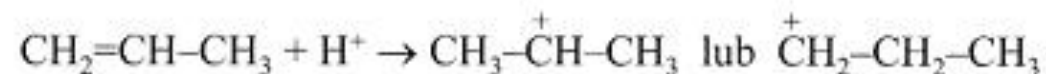
Określ rzędowność atomów węgla, na których pojawia się ładunek. Wypełnij w tym celu tabelkę:

Strona 23

Struktura	Rzędowność	Struktura	Rzędowność
A		C	
B		D	

Zadanie 3. (2 pkt)

Elektrofilowa addycja chlorowodoru do wiązania podwójnego zachodzi dwuetapowo. Pierwszym etapem reakcji jest zerwanie wiązania podwójnego przez jon H^+ i utworzenie karbokationu. W przypadku niesymetrycznego alkeny możliwe jest utworzenie dwóch różnych karbokationów:



Drugim etapem reakcji jest przyłączenie anionu chlorkowego do trwalszego z kationów i utworzenie ostatecznego produktu.

A. Zapisz nazwę systematyczną produktu głównego tej reakcji.

Nazwa:

B. Wyjaśnij, dlaczego ten właśnie produkt pojawia się w przewodze.

Wyjaśnienie:

Zadanie 4. (1 pkt)

Obok każdego zdania zapisz literę P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub literę F jeżeli jest fałszywe.

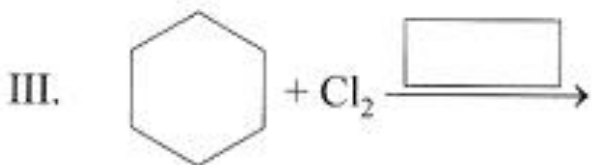
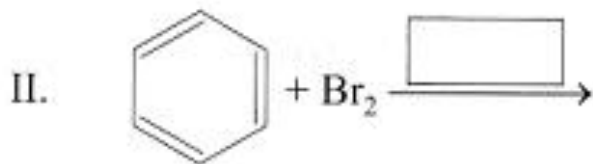
Lp.	Zdanie	P/F
1	Wraz ze wzrostem rzędowości atomu węgla, na którym pojawia się ładunek, rośnie trwałość karbokationu.	
2	Kationy, w których atom węgla obdarzony ładunkiem jest czwartorzędowy są najtrwalsze.	
3	Wraz ze wzrostem rzędowości atomu węgla, na którym pojawia się ładunek, maleje trwałość karboanionu.	
4	Kation metylowy jest najmniej stabilny spośród karbokationów wywodzących się od alkanów.	

Zadanie: Typy reakcji organicznych

Zadanie 17. (2 pkt)

Węglowodory wszystkich typów mają zdolność do reagowania z chlorem i bromem, ale w zależności od grupy do jakiej należy węglowodór odbywa się to w różnych warunkach.

A. Dokończ równania reakcji. W razie potrzeby zaznacz nad strzałką warunki, które muszą być spełnione aby zaszła reakcja.



B. Nazwij mechanizmy, zgodnie z którymi zachodzą kolejne reakcje:

I.

II.

III.

Zadanie 19. (2 pkt)

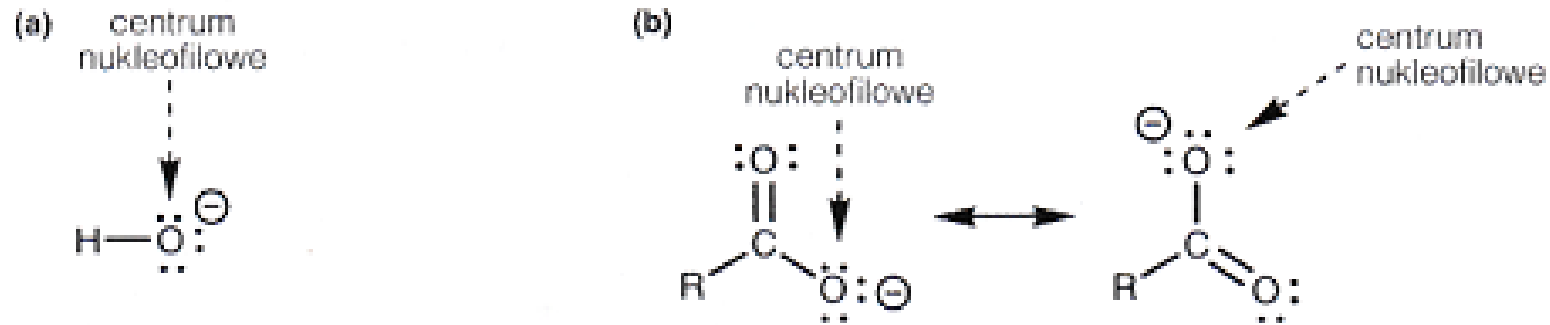
W każdym zdaniu podkreśl odpowiednie określenia podane w nawiasie, tak aby otrzymać zdania prawdziwe.

- A. Reakcja alkanu z bromem w obecności światła przebiega zgodnie z mechanizmem (substytucji elektrofilowej, addycji elektrofilowej, substytucji wolnorodnikowej, eliminacji, substytucji nukleofilowej).
- B. Reakcja alkenu z wodą bromową przebiega zgodnie z mechanizmem (substytucji elektrofilowej, addycji elektrofilowej, substytucji wolnorodnikowej, eliminacji, substytucji nukleofilowej).
- C. Reakcja alkinu z chlorowodorem przebiega zgodnie z mechanizmem (substytucji elektrofilowej, addycji elektrofilowej, substytucji wolnorodnikowej, eliminacji, substytucji nukleofilowej).
- D. Reakcja benzenu z chlorometanem w obecności AlCl_3 przebiega zgodnie z mechanizmem (substytucji elektrofilowej, addycji elektrofilowej, substytucji wolnorodnikowej, eliminacji, substytucji nukleofilowej).
- E. Reakcja metylobenzenu z bromem w obecności światła przebiega zgodnie z mechanizmem (substytucji elektrofilowej, addycji elektrofilowej, substytucji wolnorodnikowej, eliminacji, substytucji nukleofilowej).

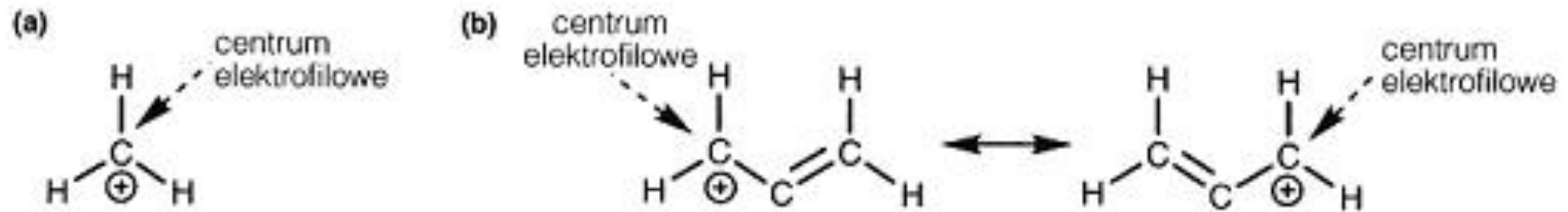
Nukleofil i elektrofil

- ✓ **NUKLEOFIL** jest to indywiduum molekularne (związki chemiczne), które są bogate w elektrony.
 - ✓ **Centrum nukleofilowe** to szczególny, bogaty w elektrony atom albo obszar w cząsteczce związku nukleofilowego
 - ✓ Atom bogaty w elektrony może tworzyć wiązanie w wyniku dostarczenia pary elektronowej do atomu ubogiego w elektrony.
 - ✓ Nukleofile są często, choć nie zawsze naładowane ujemnie.
-
- ✓ **ELEKTROFIL** jest to indywiduum molekularne (związki chemiczne), które są ubogie w elektrony (deficyt elektronowy).
 - ✓ Elektrofil zawiera w swej strukturze atom (lub obszar) ubogi w elektrony i może tworzyć wiązanie w wyniku przyjęcia (akceptacji) pary elektronów pochodzących od nukleofila.
 - ✓ Elektrofile są często, choć nie zawsze naładowane dodatnio.

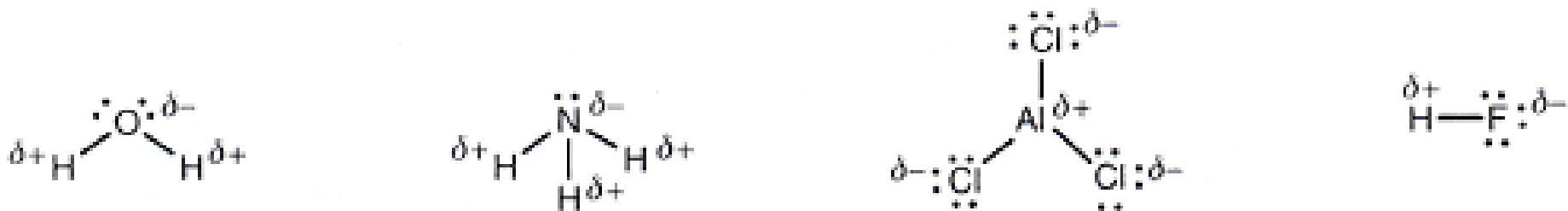
Nukleofil i elektrofil



Rys. 1. Przykłady czynników nukleofilowych: (a) jon hydroksylowy; (b) jon karboksylanowy

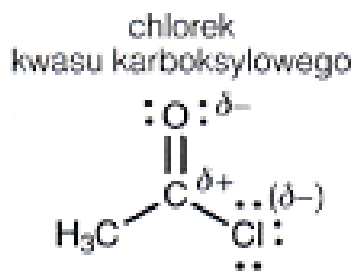
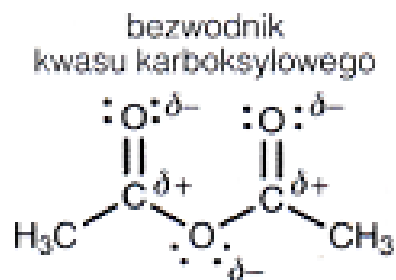
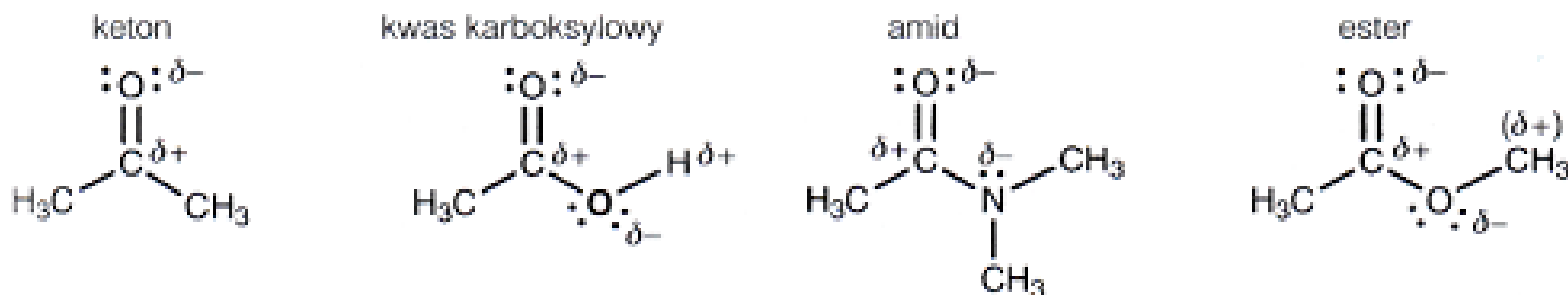
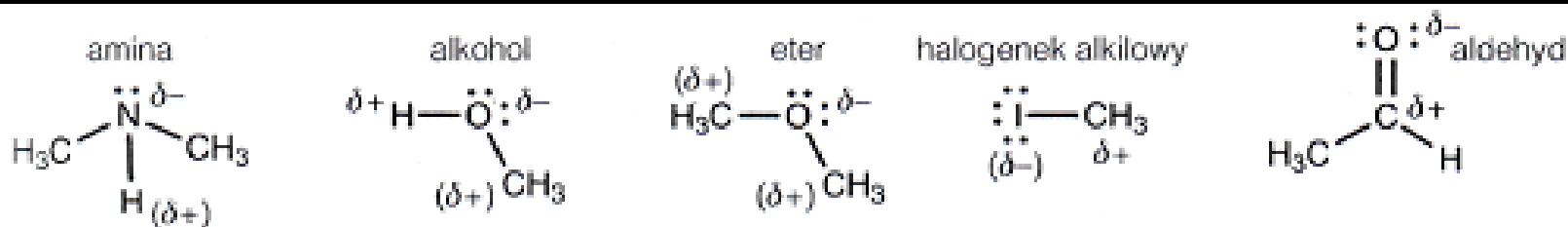


Rys. 2. Przykłady czynników elektrofilowych: (a) karbokation; (b) kation allilowy



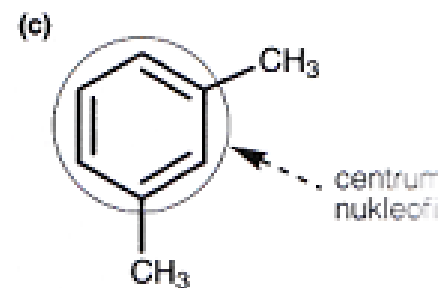
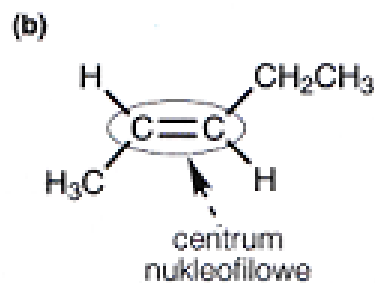
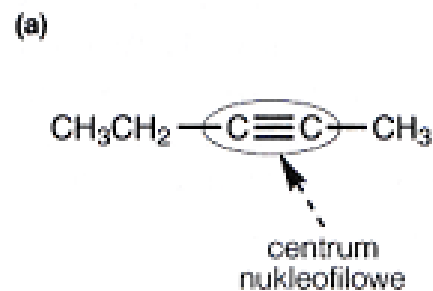
Rys. 1. Centra nukleofilowe (δ^-) i elektrofilowe (δ^+) w elektrycznie obojętnych cząsteczkach nieorganicznych

Nukleofil i elektrofil (związki organiczne)



δ^- centrum nukleofilowe
 δ^+ centrum elektrofilowe
 (δ^-) stałe centrum nukleofilowe
 (δ^+) stałe centrum elektrofilowe

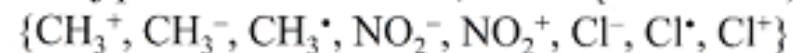
π _{2s}
 π _{2p}



Zadanie 11. (2 pkt)

Drobina elektrofilowa to cząstka wykazująca powinowactwo do elektronów. Cząstka ta jest zazwyczaj jonem dodatnim, złożonym z atomów o wysokiej elektroujemności.

Niżej podano zbiór drobin, które są kationami, anionami lub rodnikami:



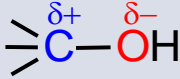
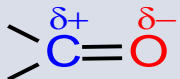
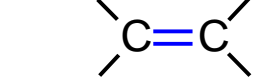
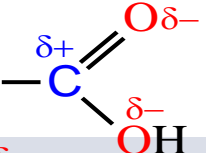
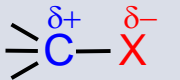
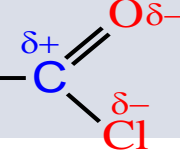
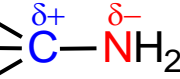
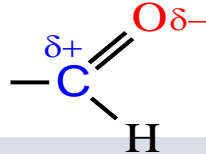
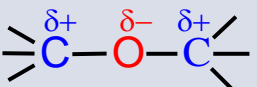
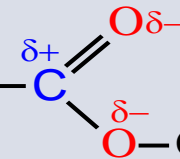

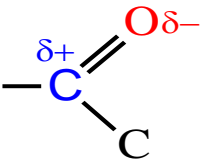
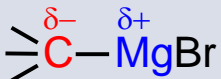
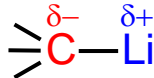
Wykonaj kolejne polecenia dotyczące tego zbioru:

A. Z podanego zbioru drobin wybierz cząstki elektrofilowe.

.....

B. Zapisz wzory produktów reakcji podstawienia elektrofilowego w benzenie zachodzącej z udziałem tych drobin.

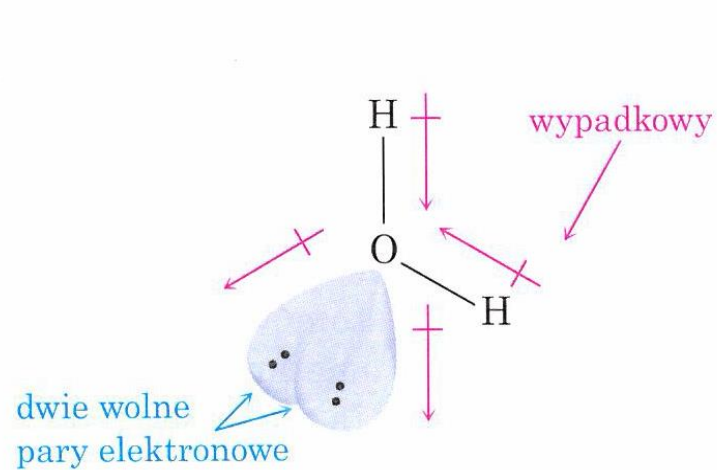
Polarność w grupach funkcyjnych

Typ związku	Struktura grupy funkcyjnej	Typ związku	Struktura grupy funkcyjnej
Alkohol		Grupa karbonylowa	
Alken	 <p>symetryczny, niepolarny</p>	Kwas karboksylowy	
Halogenek alkilu		Chlorek kwasu karboksylowego	
Amina		Aldehyd	
Eter		Ester	
Nitryl		Keton	
Związek Grignarda			
Alkilolit			

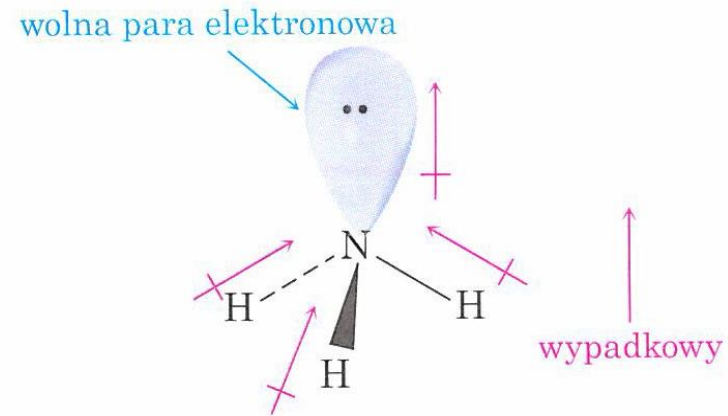
Efekt indukcyjny – przesunięcie elektronów w wiązaniu w odpowiedzi na elektroujemność sąsiadujących ze sobą atomów

Moment dipolowy

Moment dipolowy – wypadkowa polarność cząsteczki wyrażona ilościowo

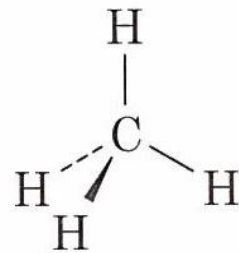


woda, H_2O ($\mu = 1,85 \text{ D}$)

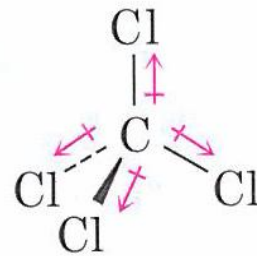


amoniak, NH_3 ($\mu = 1,47 \text{ D}$)

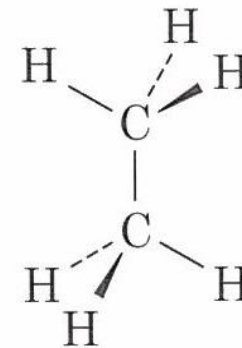
Symetryczna budowa cząsteczek



metan
($\mu = 0 \text{ D}$)



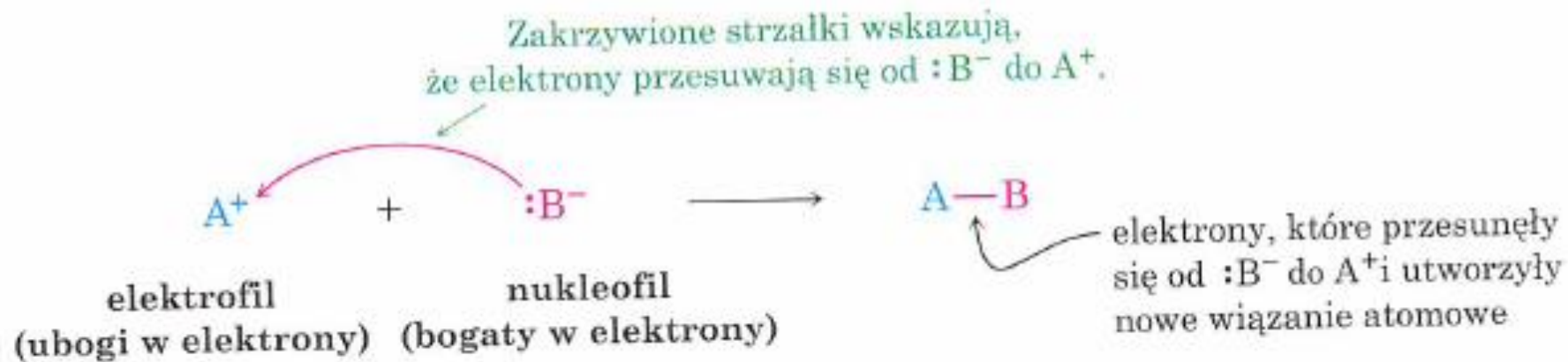
tetrachlorometan
($\mu = 0 \text{ D}$)



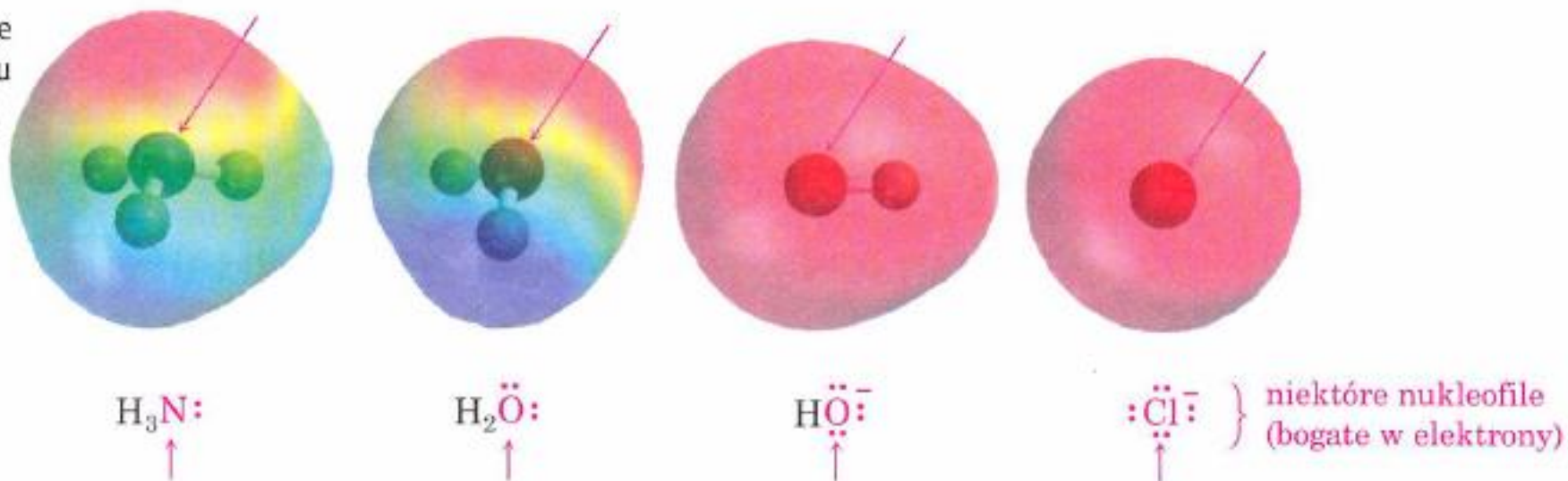
etan
($\mu = 0 \text{ D}$)

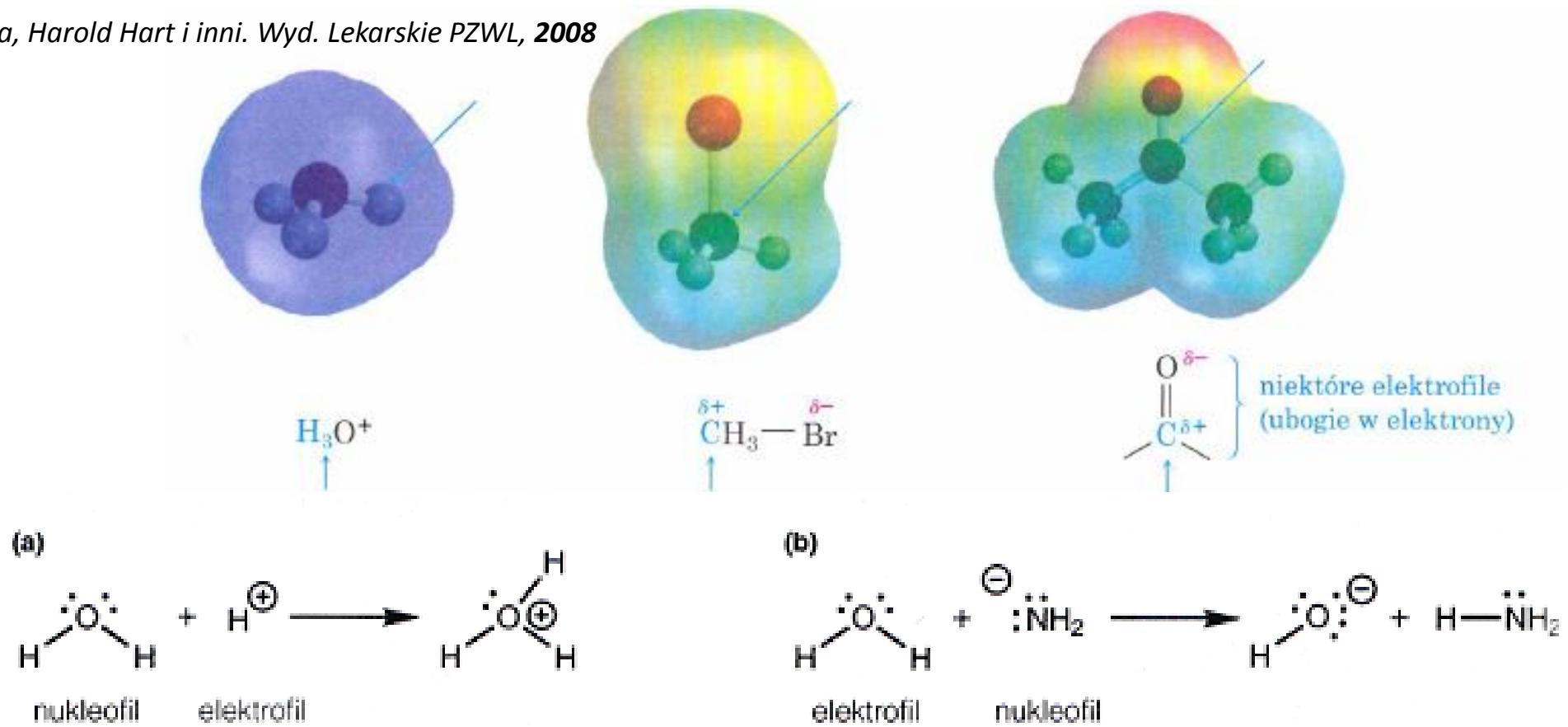
Reakcje polarne - przebieg

Ogólny schemat reakcji polarnej:

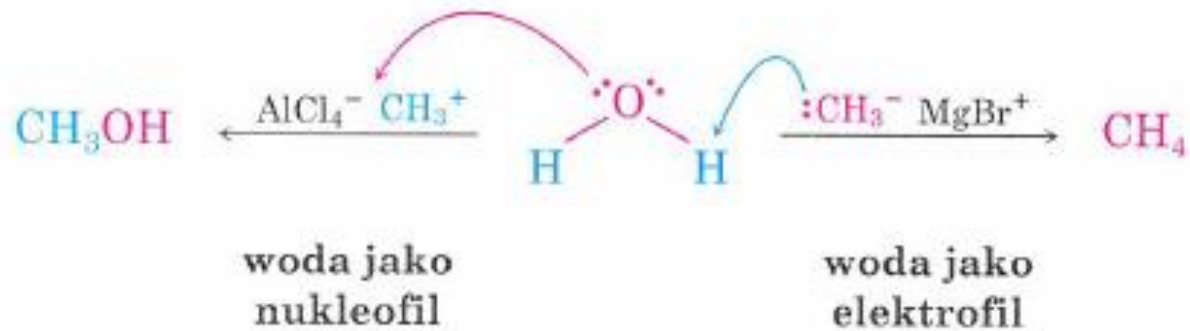


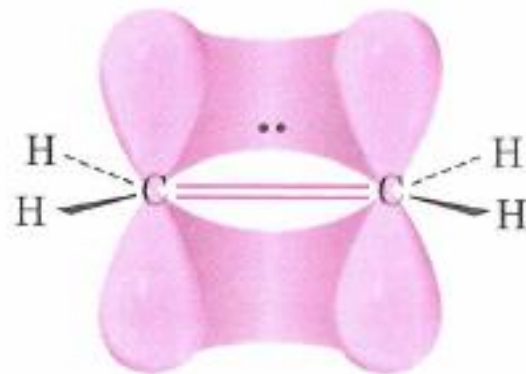
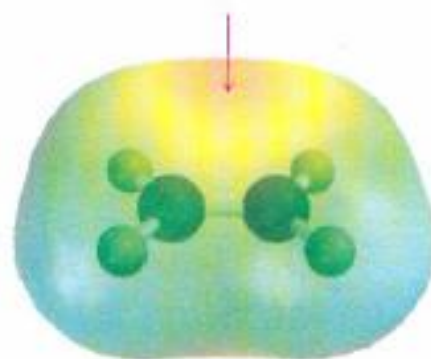
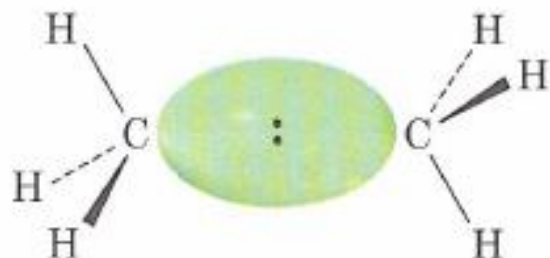
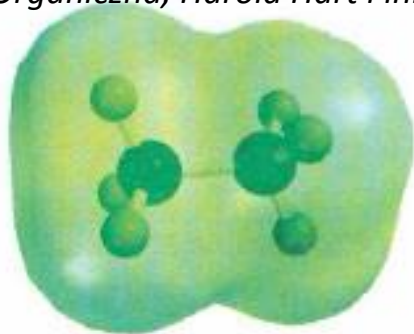
Rys. 5.2 Wybrane nukleofile i elektrofile. Mapy potencjału elektrostatycznego wskazują atomy nukleofilowe (kolor czerwony; ujemne) oraz atomy elektrofilowe (kolor niebieski; dodatnie)





Rys. 4. Woda reagująca jako (a) nukleofil i (b) elektrofili





...

ZASADA 1

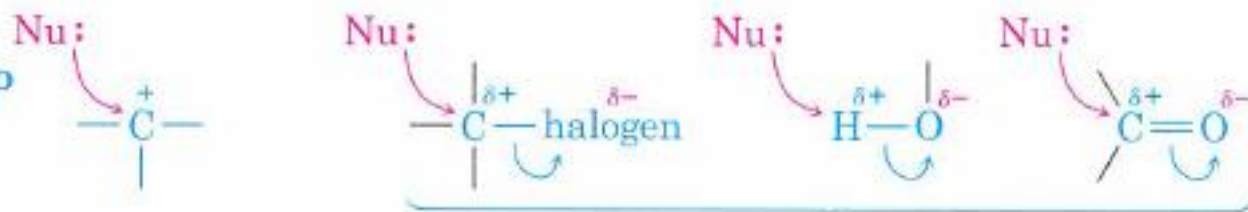
Elektrony przesuwają się *od* źródła nukleofilowego (Nu:) *do* pochłaniacza elektrofilowego (E). Źródło nukleofilowe musi mieć dostępną parę elektronową, czy to jako wolną parę elektronów, czy też parę w wiązaniu wielokrotnym. Na przykład:

Elektrony zazwyczaj przesuwają się *od* jednego z tych nukleofili:



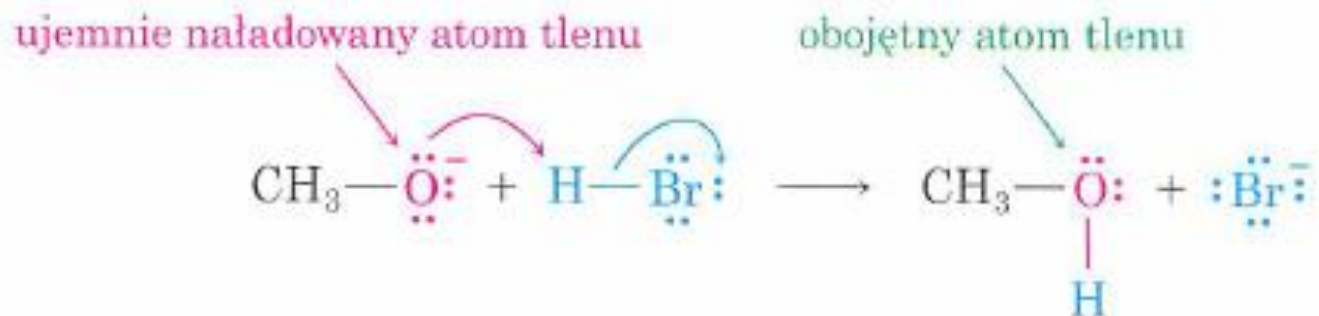
Pochłaniacz elektrofilowy musi być zdolny do przyjęcia pary elektronowej, zazwyczaj dlatego, że albo ma dodatnio naładowany atom, albo dodatnio spolaryzowany atom w grupie funkcyjnej. Na przykład:

Elektrony zwykle przesuwają się *do* jednego z tych elektrofili:

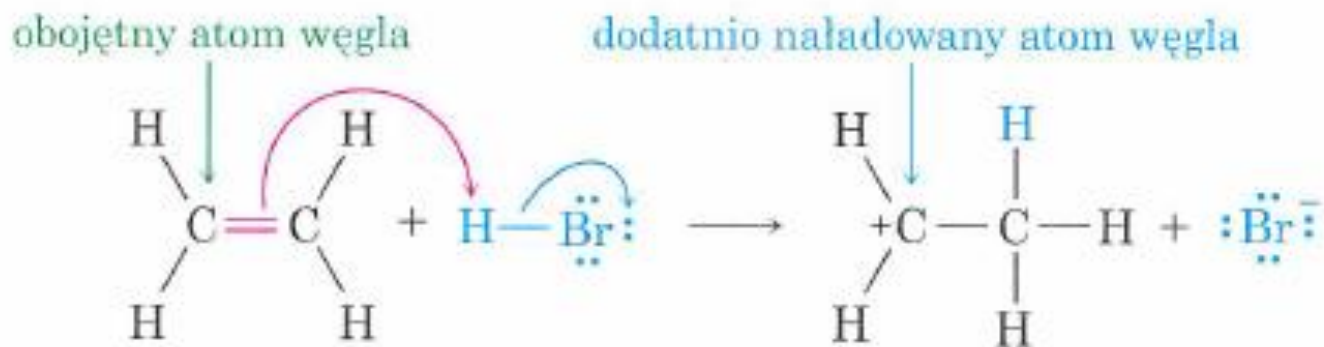


ZASADA 2

Nukleofil może być albo atomem ujemnie naładowanym, albo atomem obojętnym. Jeżeli nukleofil jest naładowany ujemnie, atom, który przekazuje parę elektronową, staje się obojętny. Na przykład:



Jeżeli nukleofil jest obojętny, atom, który przekazuje parę elektronową, nabiera ładunku dodatniego. Na przykład:



Addycja niesymetrycznych reagentów do niesymetrycznych alkenów

Reguła Markownikowa

Reguła Markownikowa

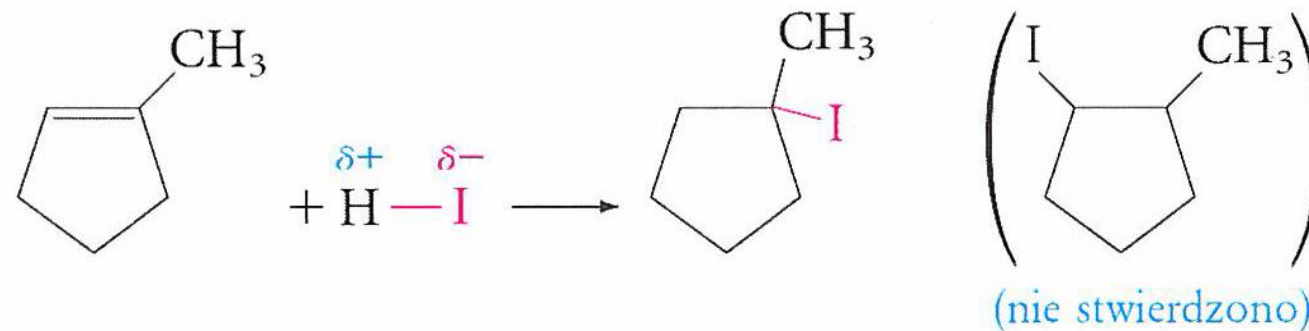
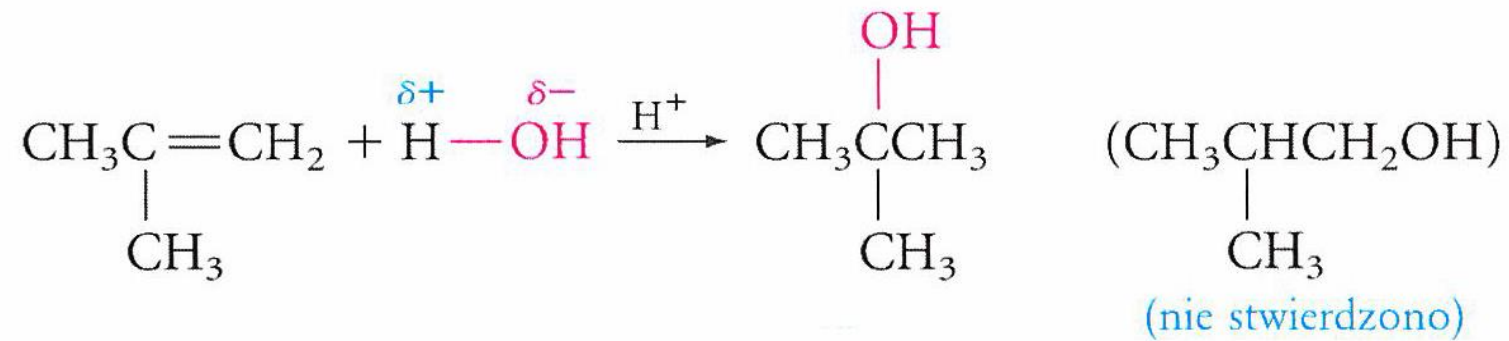
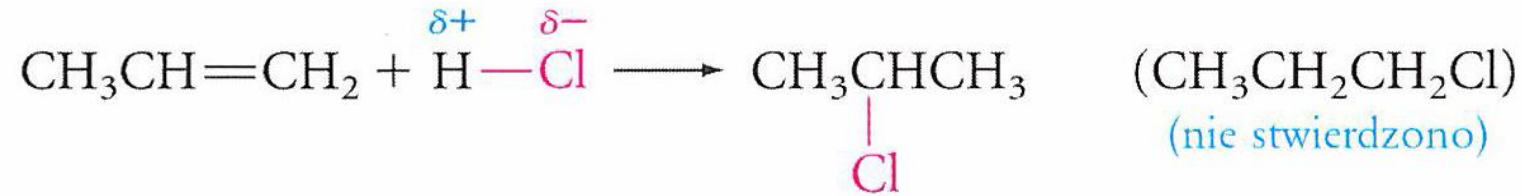
Jeśli niesymetryczny reagent przyłącza się do niesymetrycznego alkenu, elektrododatnia część reagenta wiąże się z tym atomem węgla podwójnego wiązania, do którego przyłączonych jest więcej atomów wodoru.

Prościej

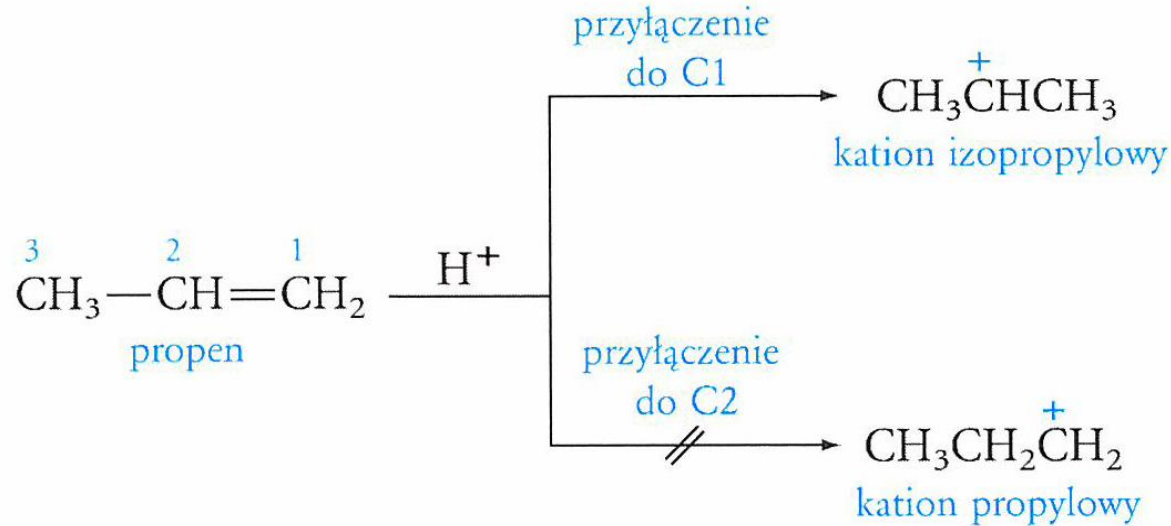
Podczas przyłączania HX do alkenu, atom wodoru przyłącza się do tego atomu węgla, przy którym początkowo znajduje się większa liczba atomów wodoru.

Addycja niesymetrycznych reagentów do niesymetrycznych alkenów

Reguła Markownikowa

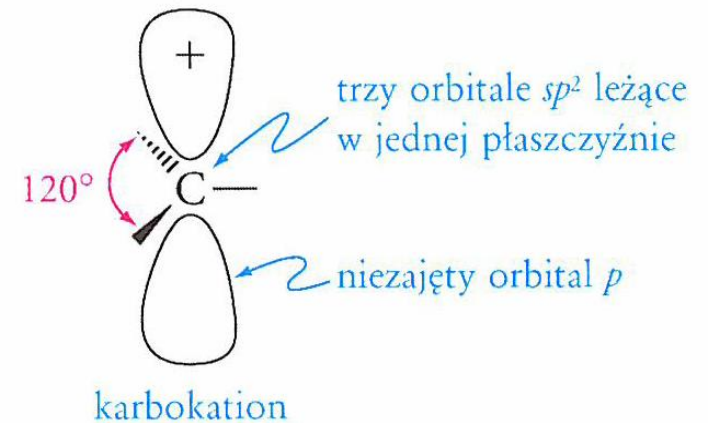
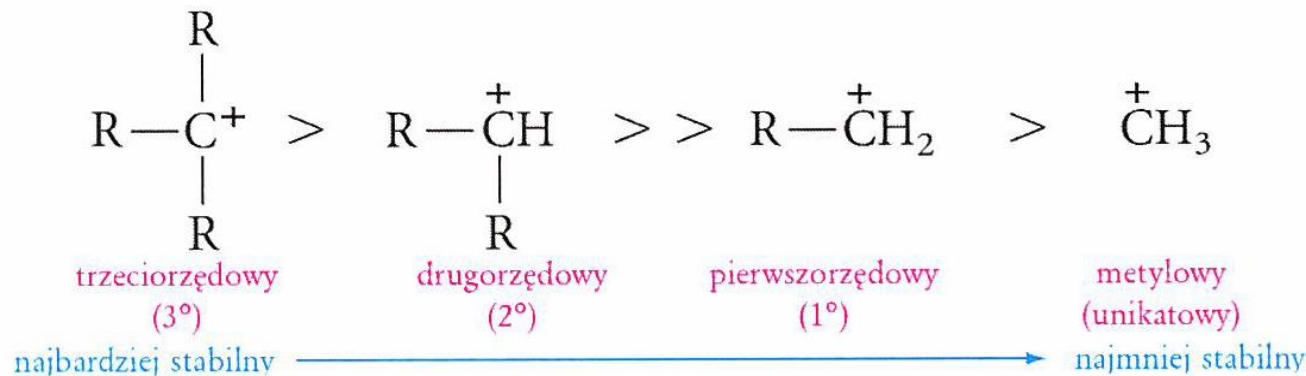


Wyjaśnienie reguły Markownikowa



Karbokationy klasyfikuje się na **pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowe**, jeśli dodatkowo naładowany atom węgla jest związany, odpowiednio, z jednym, dwoma lub trzema grupami (radnikami) organicznymi R.

Karbokation będzie bardziej stabilny, jeśli jego ładunek dodatni ulegnie rozproszeniu lub delokalizacji pomiędzy kilka atomów w jonie, a nie skupi się na jednym atomie węgla.



Zadanie: Reguła Markownikowa

Zadanie 5. (2 pkt)

Strona 24

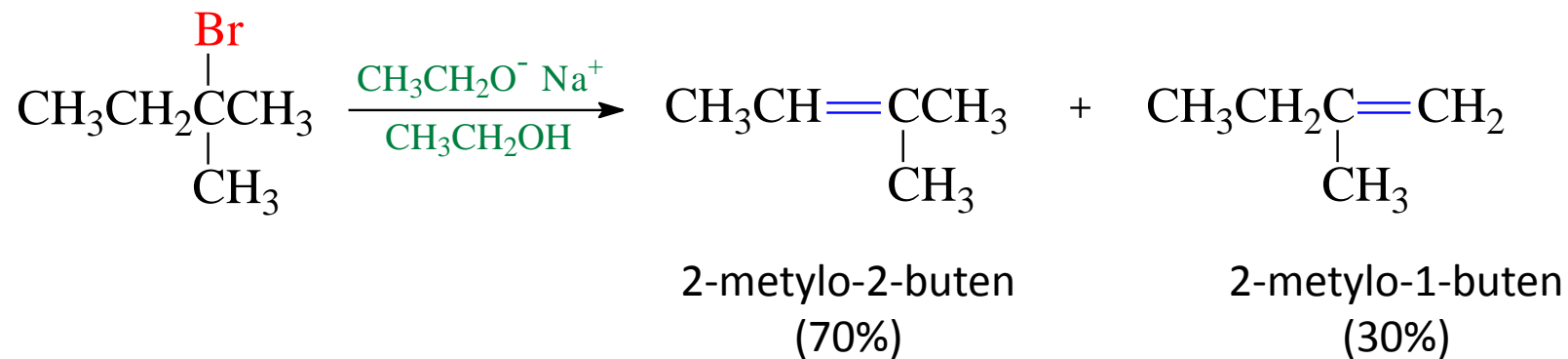
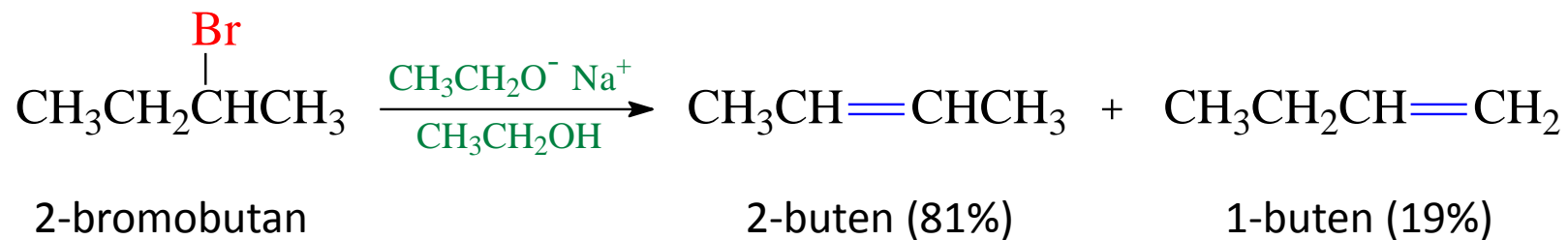
Zapisz wzory grupowe głównych produktów reakcji:

A.	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+}$
B.	$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{HBr} \longrightarrow$
C.	$\text{CH}_3-\text{CH}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{HI} \longrightarrow$
D.	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$

Reakcje eliminacji

Reguła Zajcewa

W eliminacji HX z halogenków alkilowych głównym produktem reakcji jest alken bardziej rozgałęziony i najstabilniejszy.

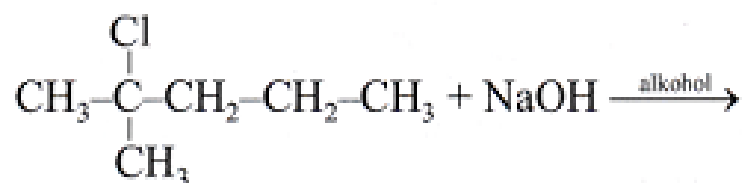


Zadanie: Reguła Zajcewa

Strona 29

Zadanie 17. (2 pkt)

Z dwóch izomerycznych alkenów, które mogą powstać w wyniku reakcji eliminacji, w przewodzie powstaje ten, który jest trwalszy. Zapisz wzory grupowe i nazwy systematyczne produktów – głównego i ubocznego następującej reakcji:



Wzór produktu głównego	
Nazwa produktu głównego	
Wzór produktu ubocznego	
Nazwa produktu ubocznego	