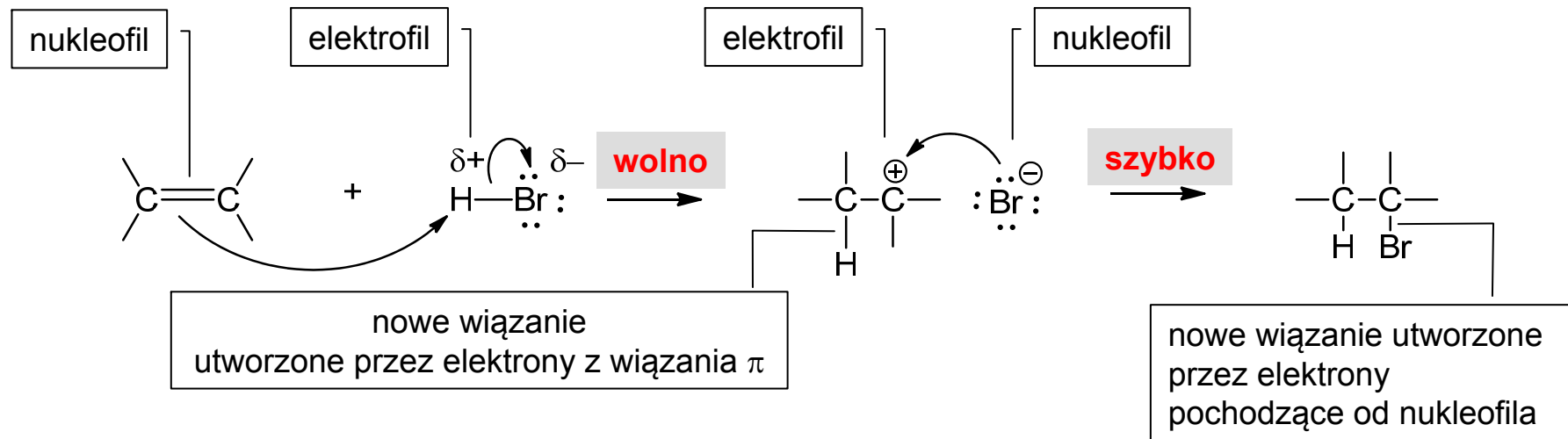
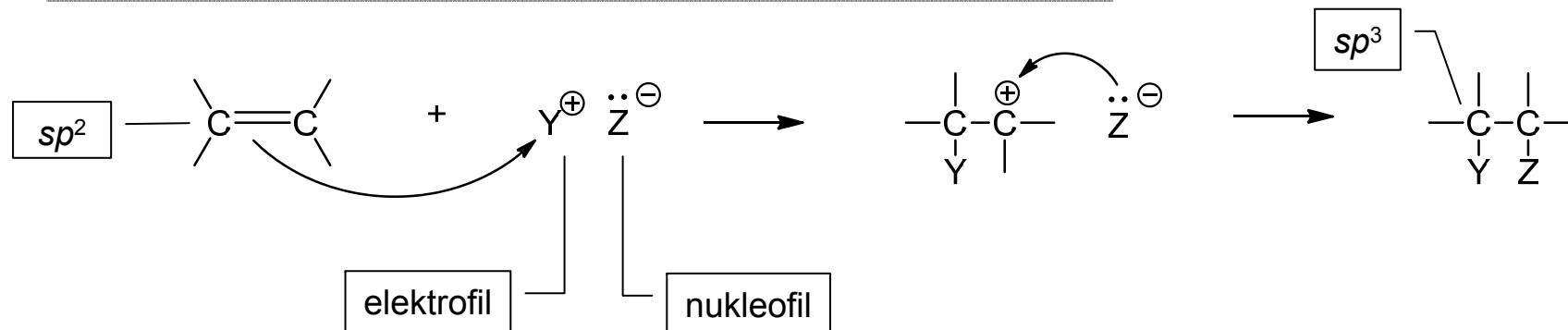


# 11-13. Alkeny - reaktywność

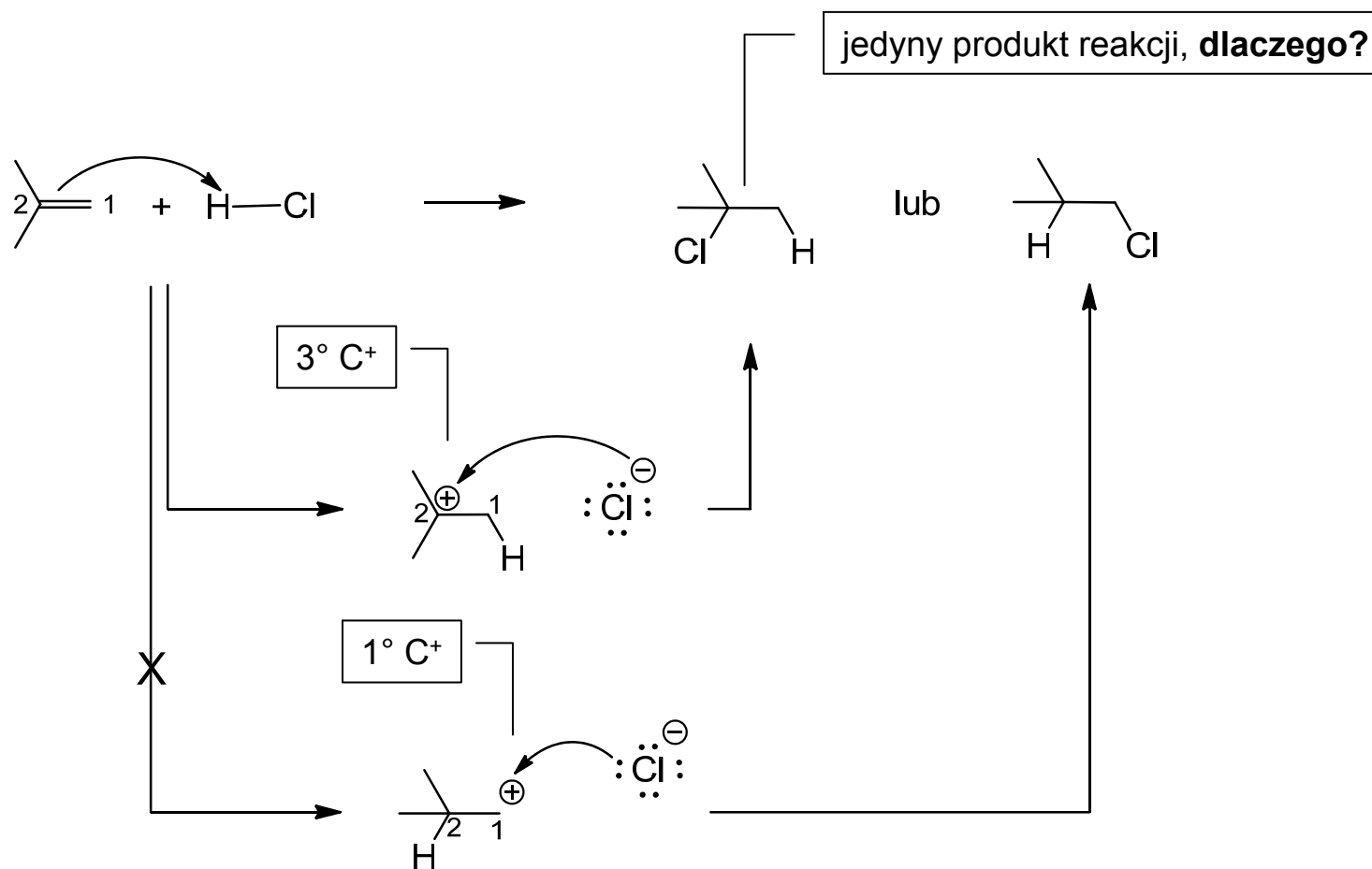
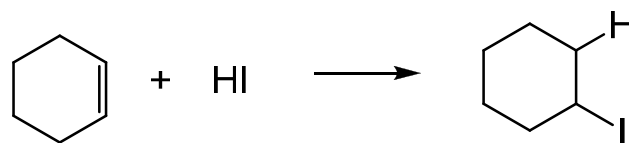
## 6.1. Addycja elektrofilowa - wprowadzenie



Schemat ogólny przebiegu reakcji addycji elektrofilowej do alkenów

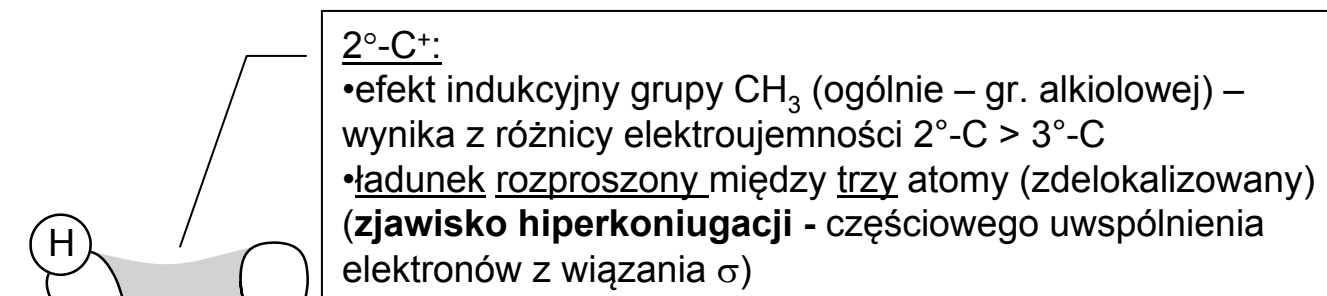
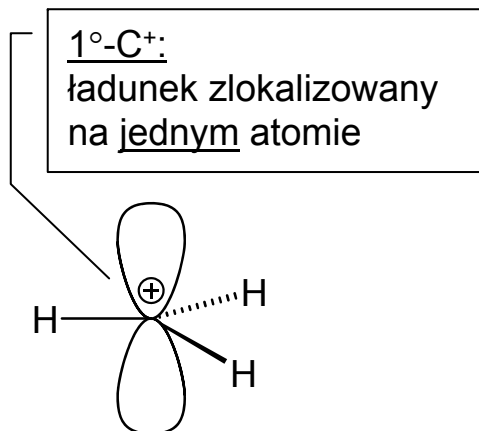


### 6.1.1. Addycja halogenowodoru (H-X)

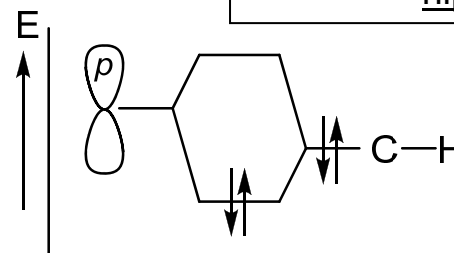


## 6.1.2. Relatywna trwałość karbokationów

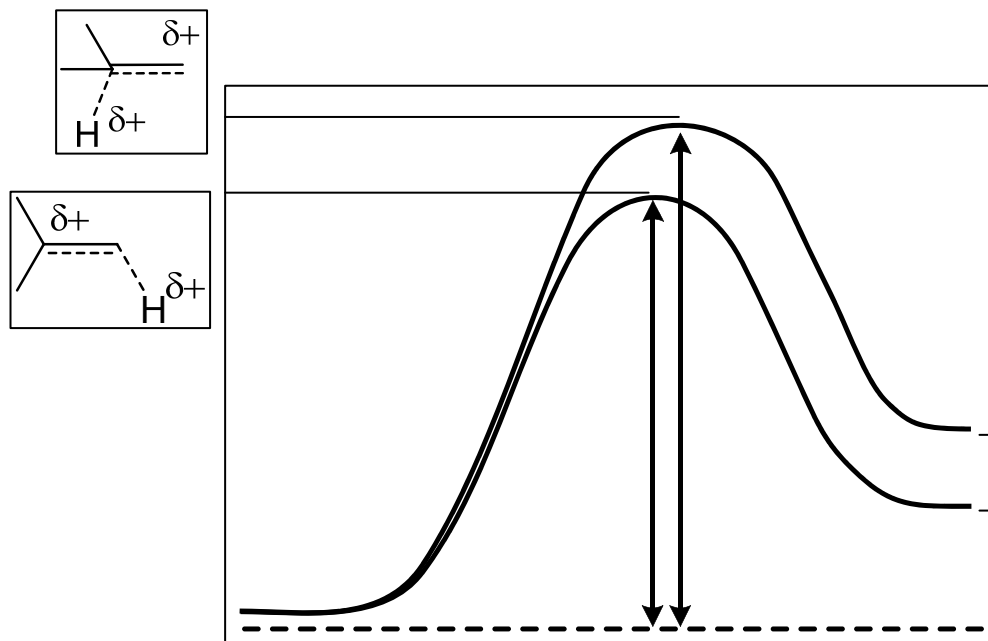
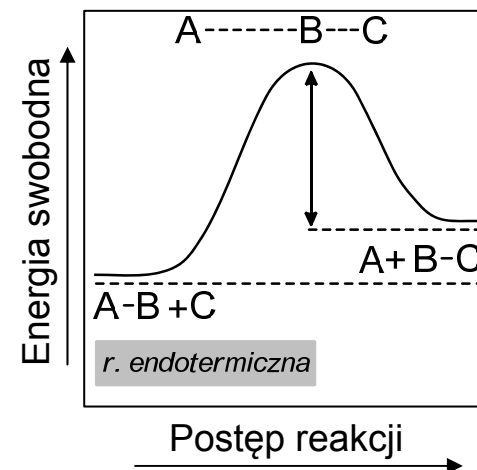
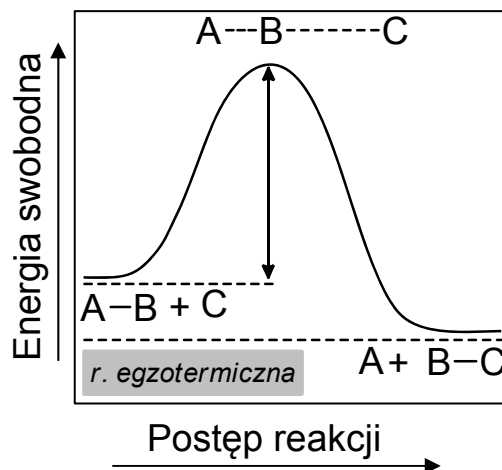
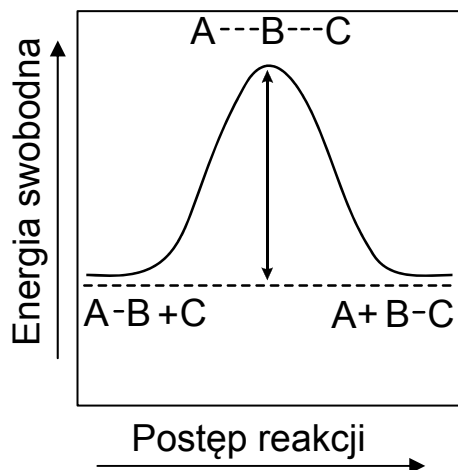
karbokation	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}^+ \\   \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{C}^+ \\   \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{C}^+ \\   \\ \text{R} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{C}^+ \\   \\ \text{R} \end{array}$
rzędowość	
energia	
trwałość	



**obniżenie energii,**  
stabilizacja karbokationu w wyniku hiperkoniugacji

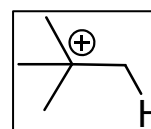
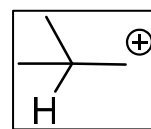


### 6.1.3. Budowa stanu przejściowego



**Postulat Hammonda**

- budowa stanu przejściowego jest zbliżona do budowy tych indywiduali, do energii których jest zbliżona jego energia:
  - w r. egzotermicznej - do energii substratów
  - w r. endotermicznej - do energii produktów



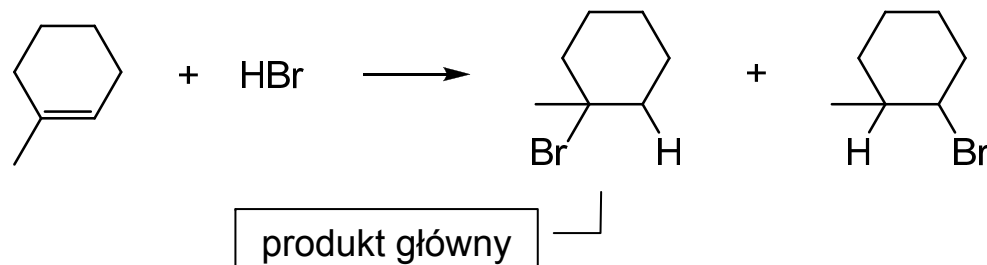
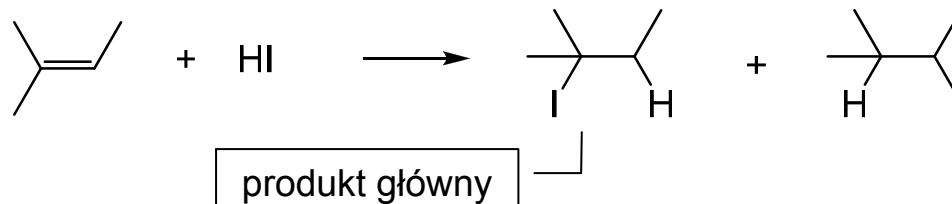
**Ważne**

$E(3^\circ-C^+) < E(1^\circ-C^+)$

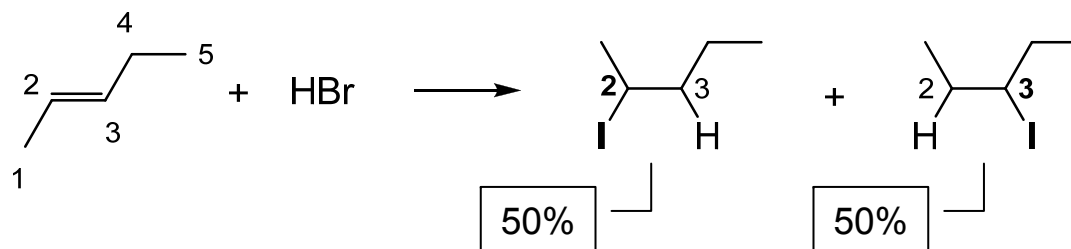
- wyżej rzędowy karbokation powstaje szybciej

## 6.1.4. Regioselektywność addycji elektrofilowej

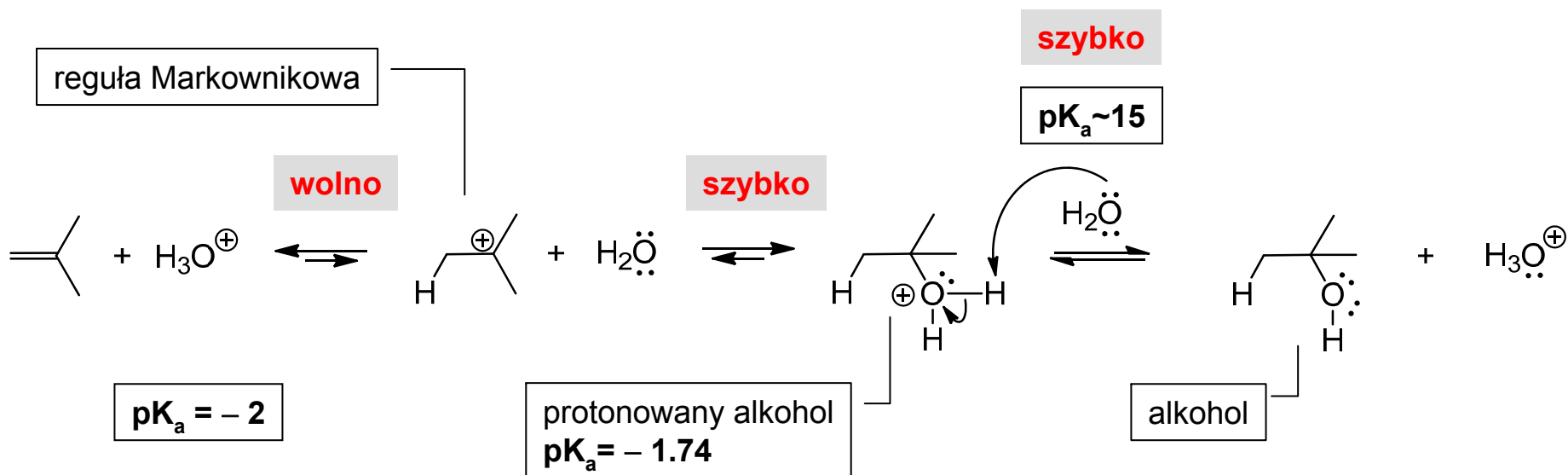
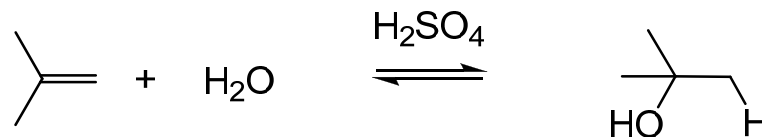
Reakcja regioselektywna  
Reguła Markownikowa  
Elektrofil przyłącza się do niżej  
rzędowego at. C- $sp^2$ , prowadząc do  
utworzenia wyżej rzędowego  
karbokationu



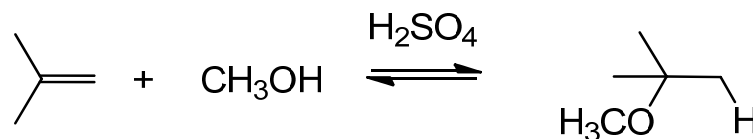
brak regioselektywności –  
obydwa możliwe karbokationy tej  
samej rzędowości



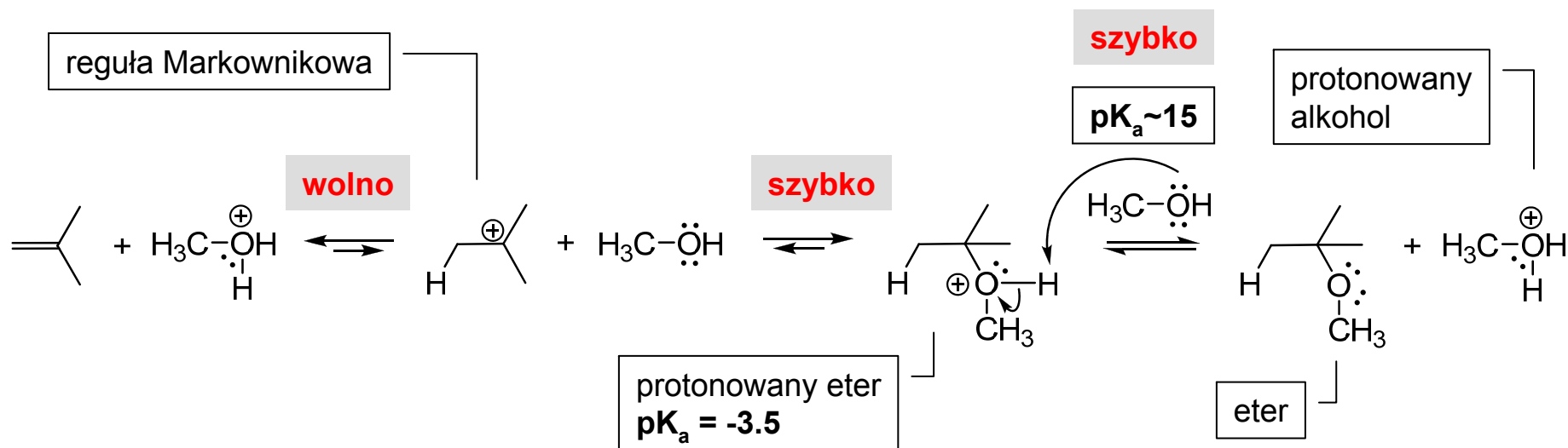
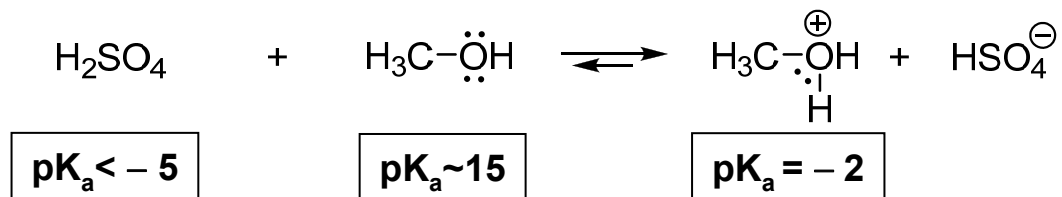
## 6.1.5. Addycja wody



## 6.1.6. Addycja alkoholu

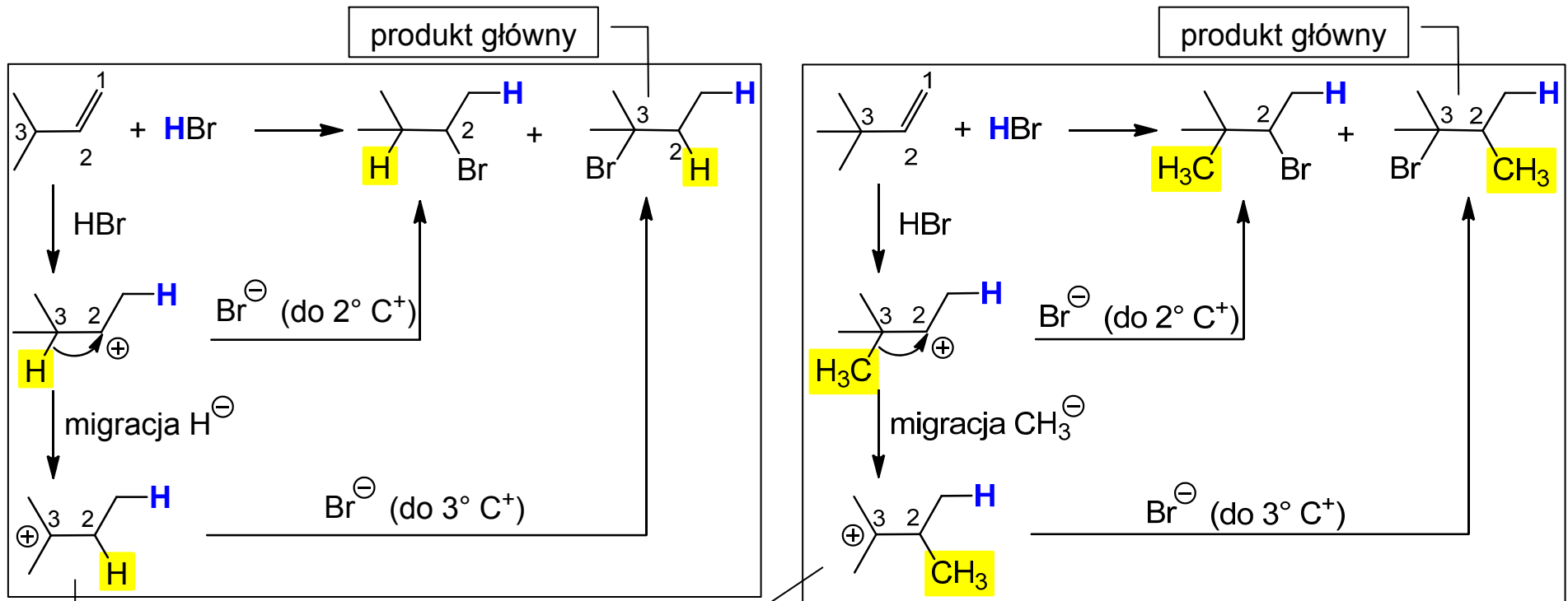


elektrofil





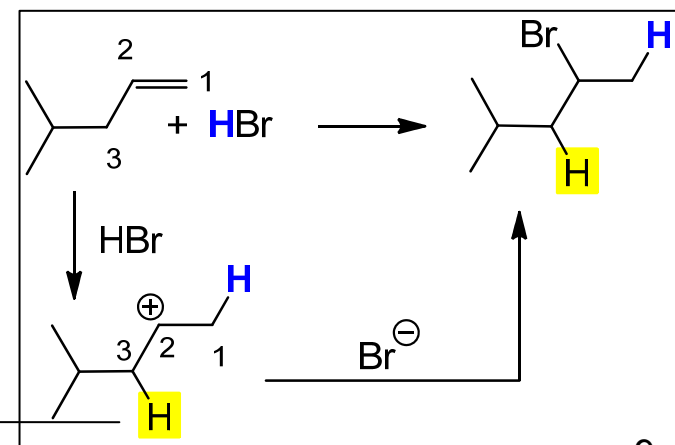
## 6.1.7. Przegrupowanie karbokationu



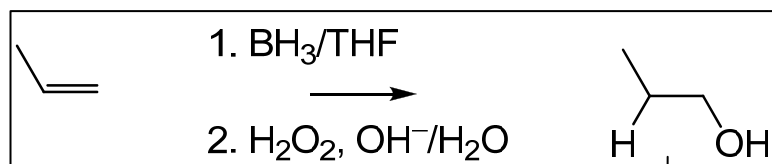
### Ważne

- karbokation przegrupuje się do karbokationu wyżej rzędowego, jeśli to możliwe

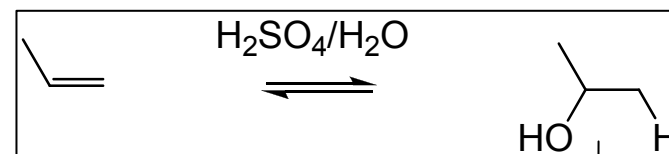
brak przegrupowania bo C<sup>+</sup> z ewentualnego przegrupowania byłby tej samej rzędowości



## 6.1.8. Addycja borowodoru (borowodorowanie)

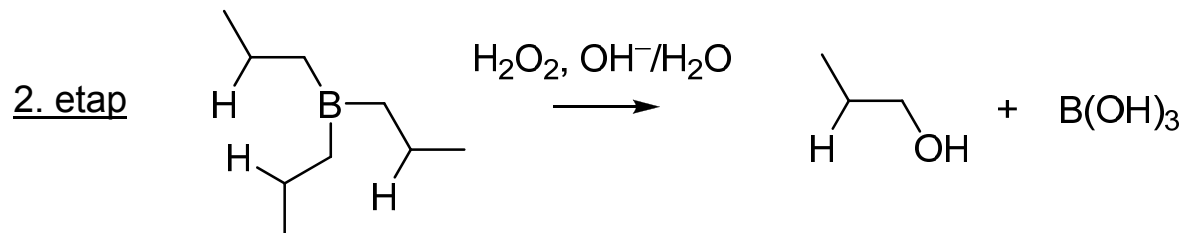
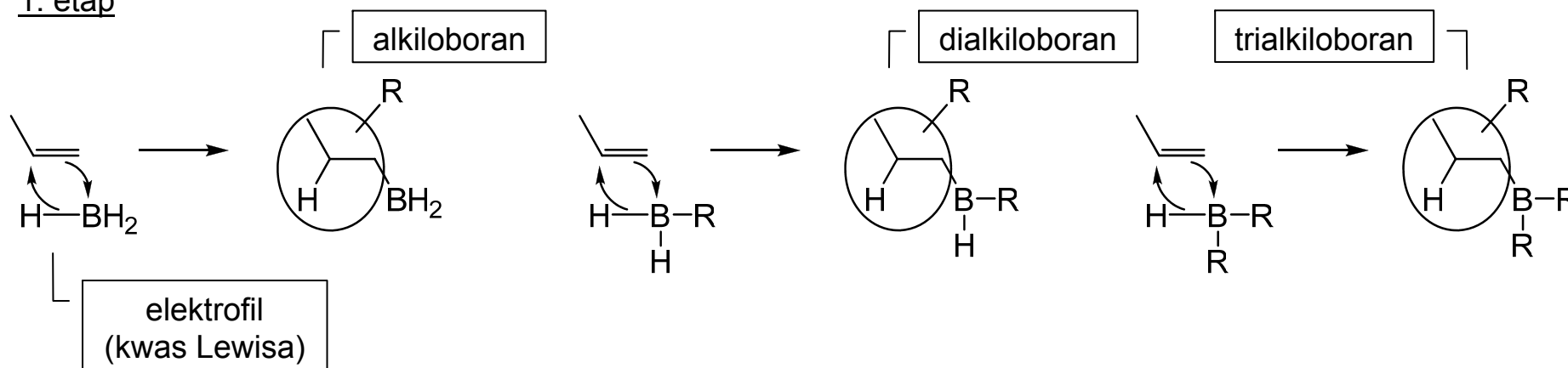


alkohol niżej rzędowy



alkohol wyżej rzędowy

1. etap



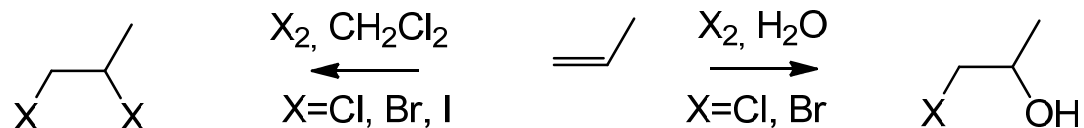
**Ważne**

- nie tworzy się karbokation – nie powstają produkty ewentualnych przegrupowań

## 6.1.9. Addycja $X_2$ w rozpuszczalniku organicznym lub w wodzie

reakcja w rozpuszczalniku organicznym

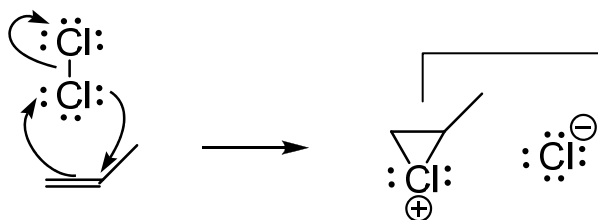
reakcja w wodzie



dihalogenek alkilu (wicynalny)

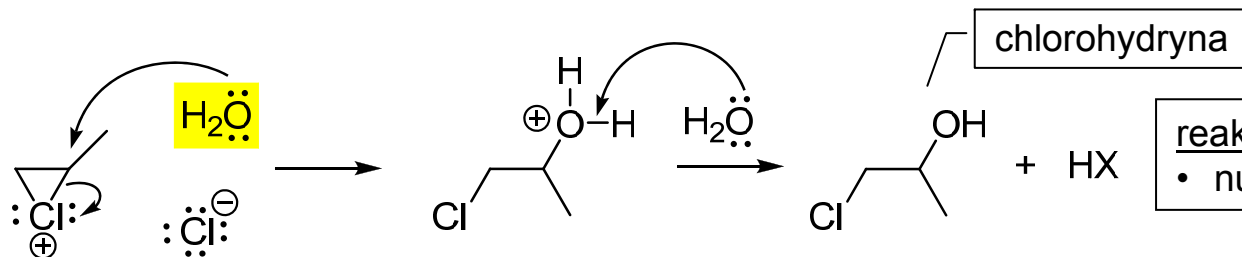
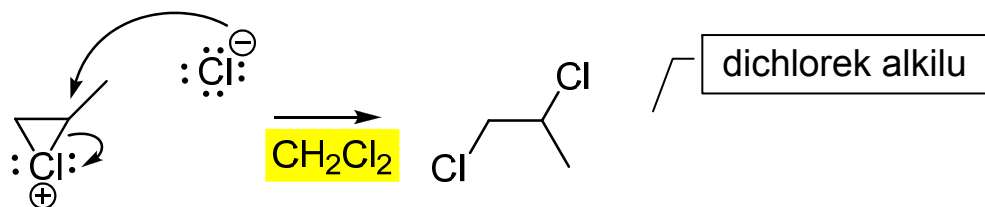
halogenohydryna  
 $X=Cl$ , chlorohydryna  
 $X=Br$ , bromohydryna

np.  $X=Cl$



Ważne

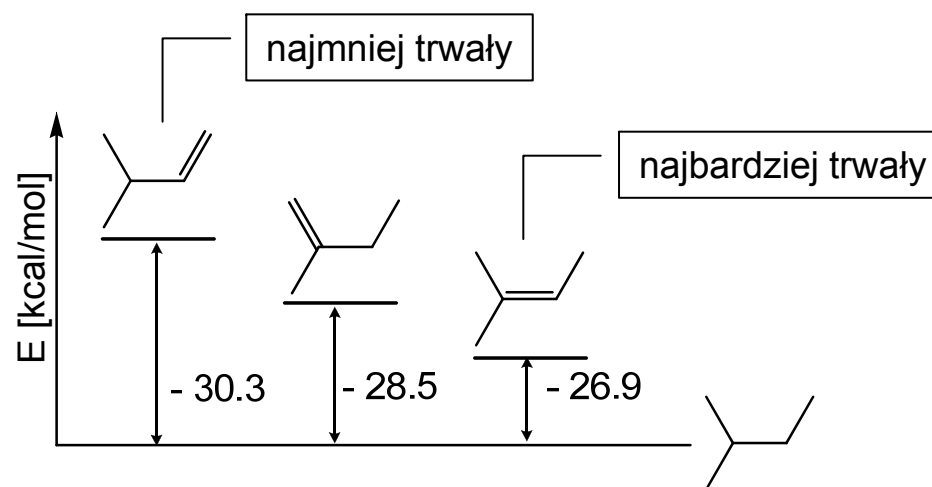
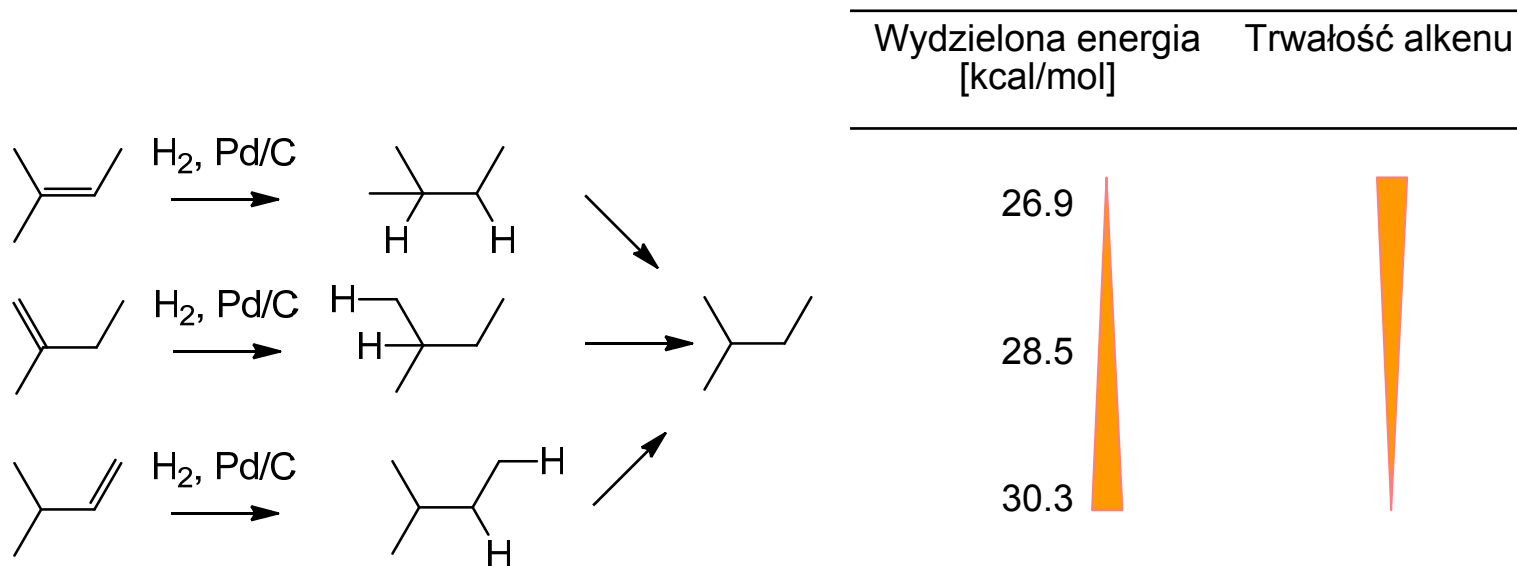
- nie tworzy się karbokation –  
nie powstają produkty ewentualnych przegrupowań



reakcja regioselektywna

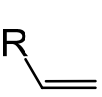
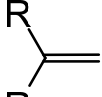
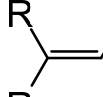
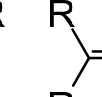


- nukleofil do wyżej rzędowego at. C

## 6.2. Redukcja (katalityczne uwodornienie) alkenów

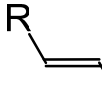
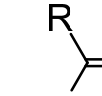
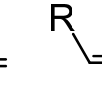



### 6.3. Relatywna trwałość alkenów

#### Stopień podstawienia a trwałość

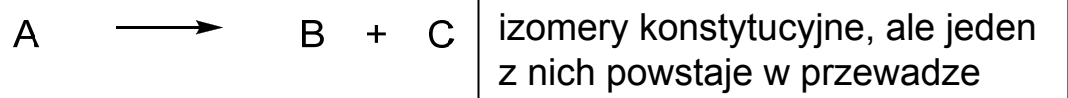
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">najmniej trwały</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">najbardziej trwały</div>
alken				
Stopień podstawienia (liczba podstawników przy C=C)				
Trwałość				

#### Charakter podstawienia a trwałość

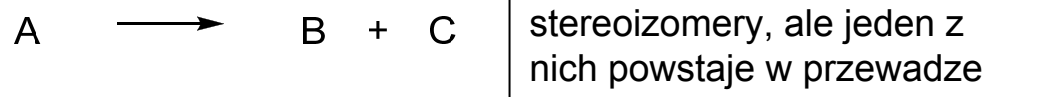
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">najbardziej trwały</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">najmniej trwały</div>
alken			
Trwałość			

## 6.4. Reakcje regioselektywne, stereoselektywne i stereospecyficzne

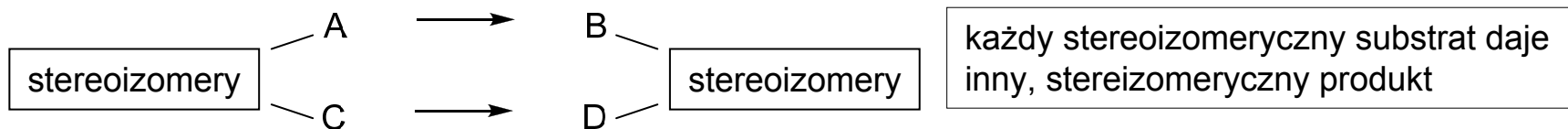
reakcja regioselektywna



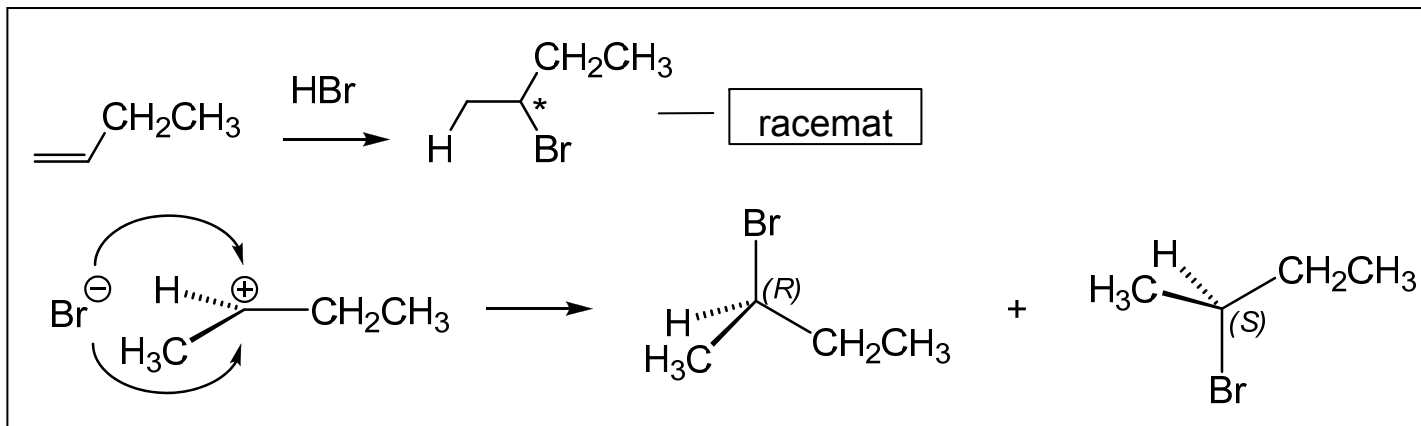
reakcja stereoselektywna



reakcja stereospecyficzna

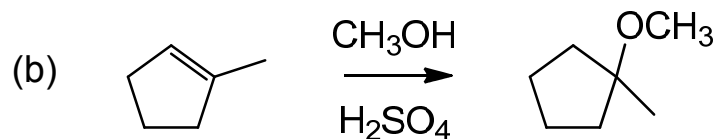
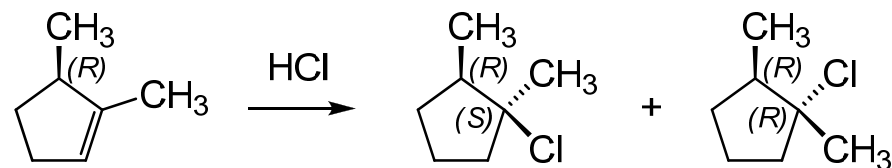
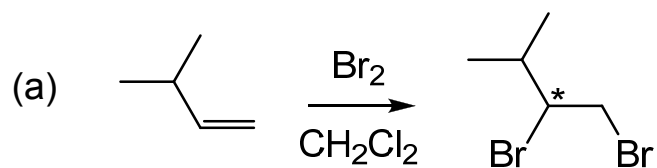


## 6.4.1. Reakcje addycji - produkty z jednym centrum asymetrii



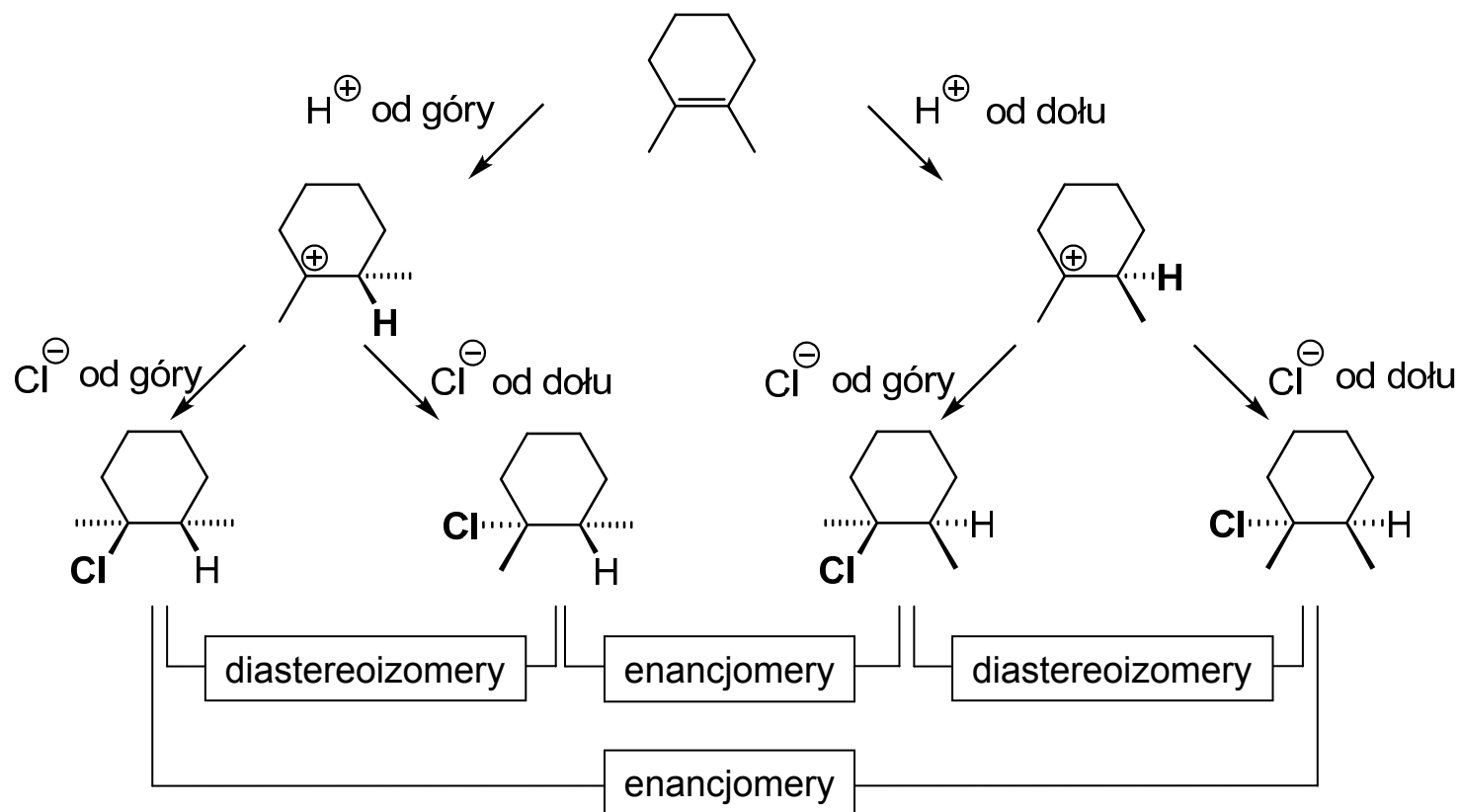
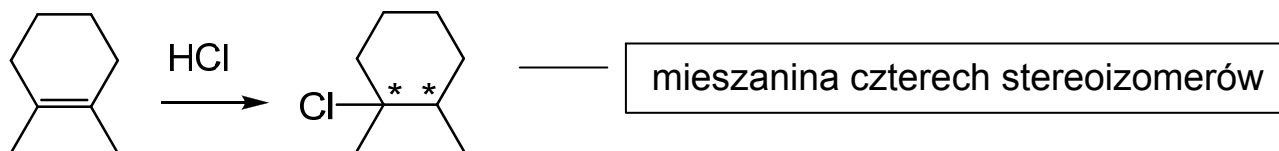
- substrat nie posiada centrum asymetrii
  - produkt posiada jedno centrum asymetrii
- wniosek: produkt jest racematem (przykład a) lub związkiem achiralnym (przykład b)

- substrat posiada jedno centrum asymetrii
  - produkt posiada dwa centra asymetrii
- wniosek: produkt jest parą diastereoizomerów



## 6.4.2. Reakcje addycji - produkty z dwoma centrami asymetrii (przez C<sup>+</sup>)

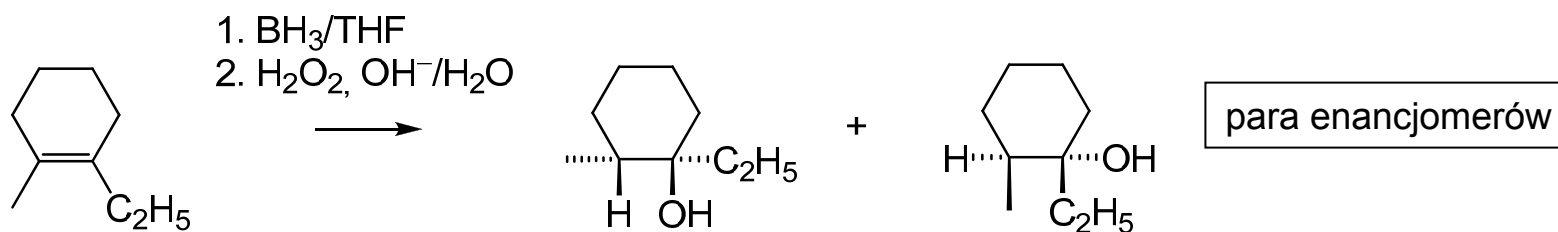
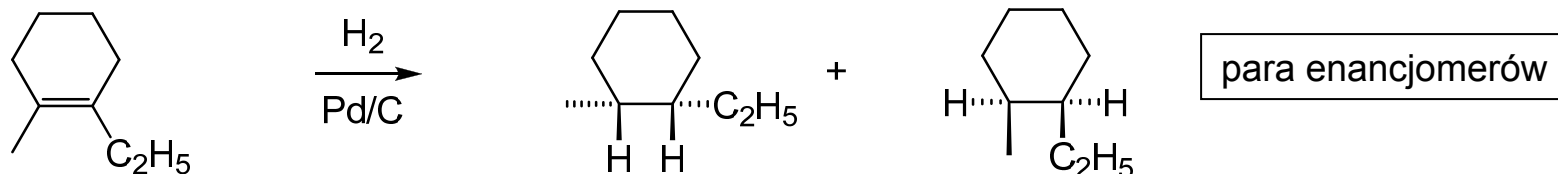
Reakcje biegnące z utworzeniem karbokationu





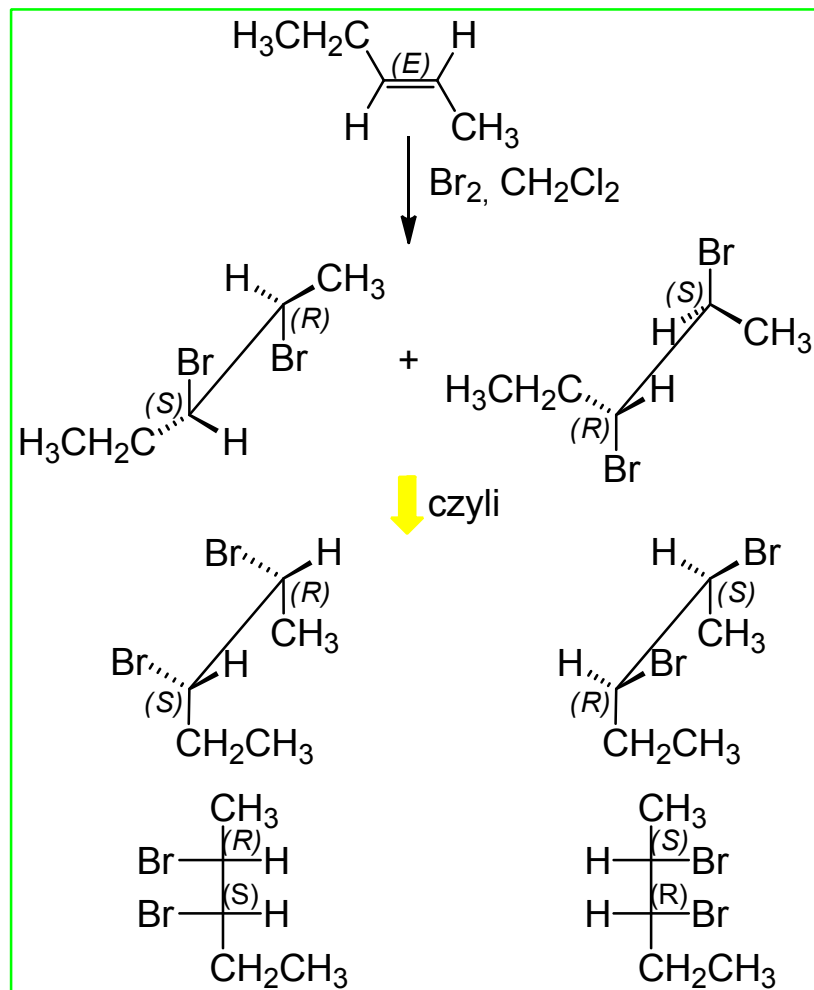
### 6.4.3. Reakcje addycji - produkty z dwoma centrami asymetrii (*syn*-addycje)

Reakcje, w których nie powstaje karbokation (*syn* addycje)

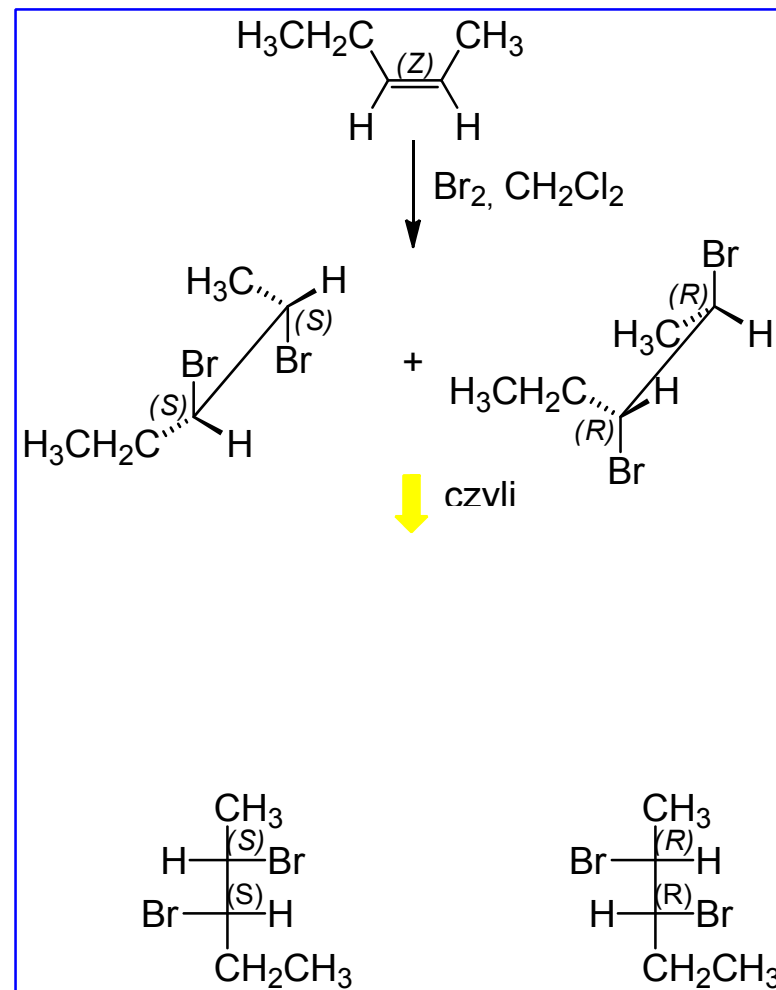


## 6.4.4. Reakcje addycji - produkty z dwoma centrami asymetrii (*anti*-addycja)

Reakcje, w których nie powstaje karbokation (*anti* addycja, tj.  $X_2/CH_2Cl_2$ ,  $X_2/H_2O$ )



enancjomery *erytro*



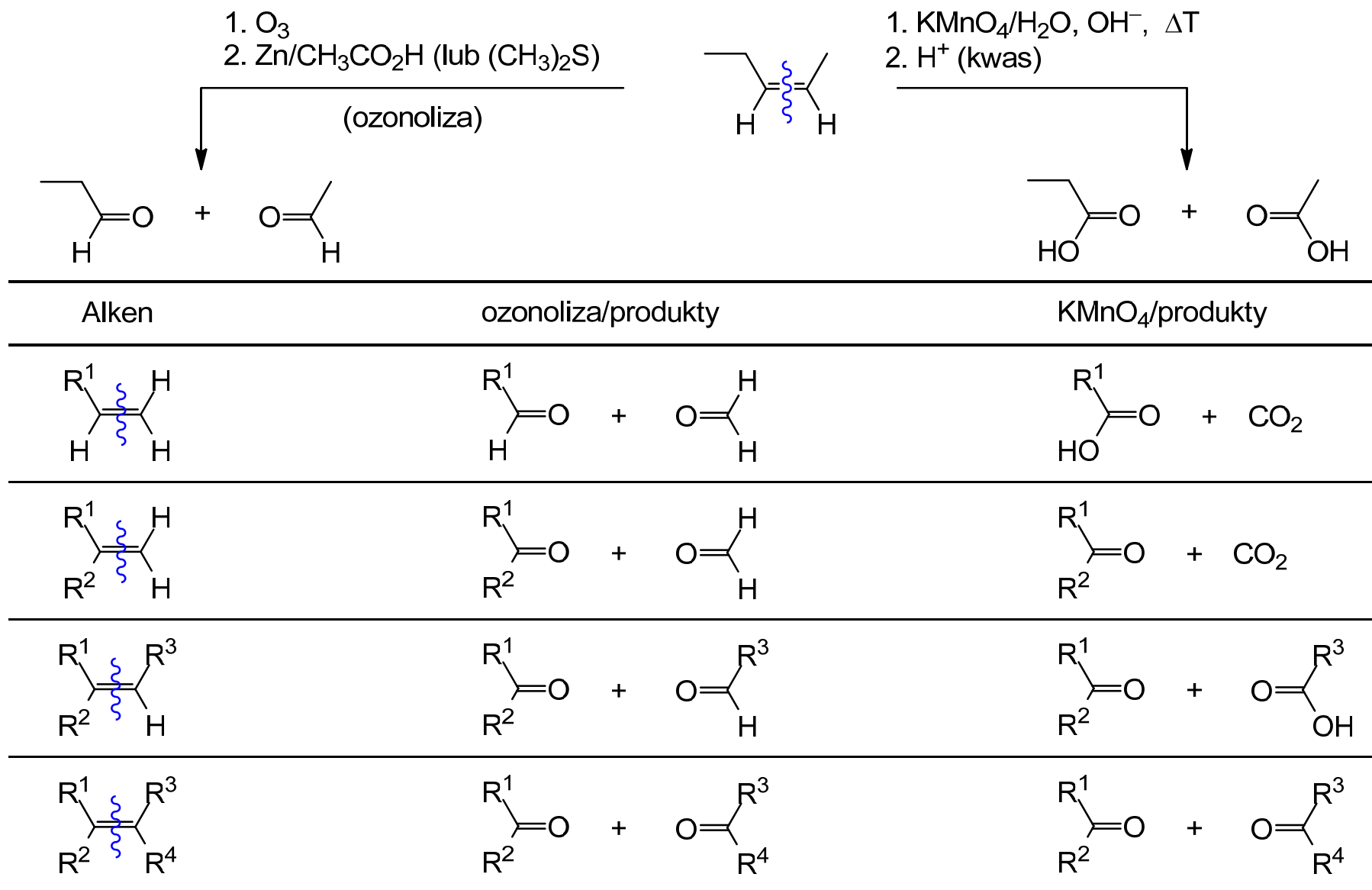
enancjomery *treo*

przykład r. stereospecyficzej

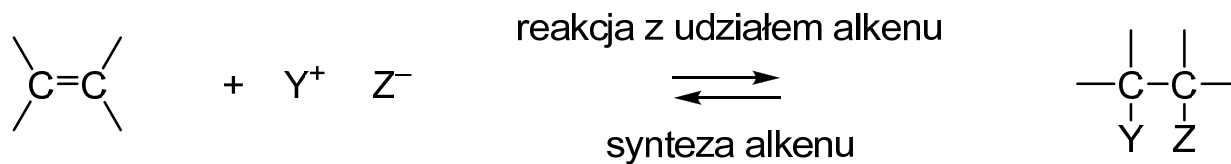
## 6.4.5. Stereochemia reakcji addycji - podsumowanie

Reakcja	Rodzaj addycji	Substrat	Tworzone stereoizomery
<b>Prowadzi do produktów z jednym centrum asymetrii</b>	dowolny	<u>nie</u> posiada centrum asymetrii	racemat
		<u>posiada</u> centrum asymetrii	para diastereoizmerów
<b>Prowadzi do produktów z dwoma centrami asymetrii</b>			
W reakcji postaje karbokation		alken/cykloalken o dowolnej konfiguracji	cztery stereoizomery
Addycja H <sub>2</sub>	<i>syn</i>	alken/cykloalken o dowolnej konfiguracji	
Addycja BH <sub>3</sub>	<i>syn</i>	<i>cis</i> -cykloalken/ <i>Z</i> -alken	enancjomery <i>cis/erytro</i> <sup>*, \$</sup>
		<i>trans</i> -cykloalken/ <i>E</i> -alken	enancjomery <i>trans/treo</i> <sup>*, \$</sup>
Addycja Br <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O, Br <sub>2</sub> /ROH	<i>anti</i>	<i>cis</i> -cykloalken/ <i>Z</i> -alken	enancjomery <i>trans/treo</i> <sup>*, \$</sup>
		<i>trans</i> -cykloalken/ <i>E</i> -alken	enancjomery <i>cis/erytro</i> <sup>*, \$</sup>
<p>*Jeśli przy obydwu centrach asymetrii są takie same podstawniki, powstaje związek <i>mezo</i> zamiast pary enancjomerów.</p> <p><sup>\$</sup>Określenie <i>cis/trans</i> odnosi się do produktów o budowie cyklicznej; określenie <i>treo/erytro</i> odnosi się do produktów liniowych</p>			

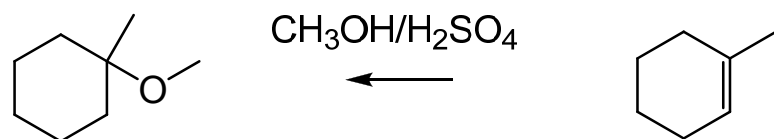
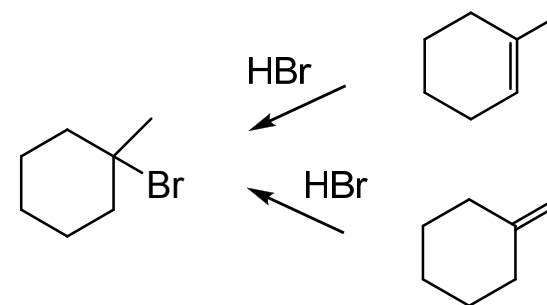
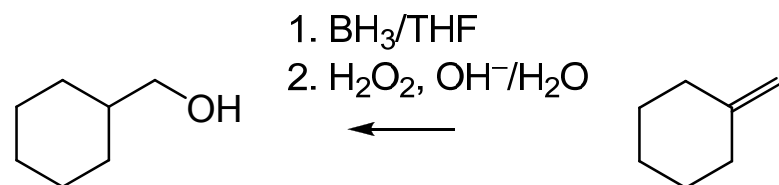
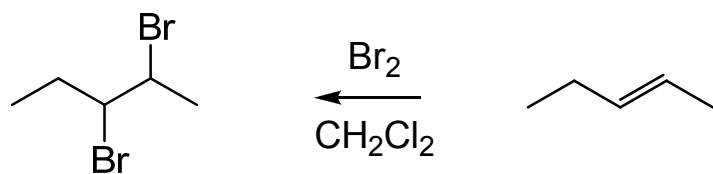
## 6.5. Rozszczepienie alkenów na drodze utlenienia



## 6.6. Przykłady reakcji



Podać wzory alkenów, z których można otrzymać wskazane związki



## 6.6. Przykłady reakcji

Podać reagenty we wskazanych reakcjach

