# Samuraj Chemiczny



# NOTATKI

# WSTĘP DO CHEMII ORGANICZNEJ

## DZIAŁ 11

## 11.D. REAKCJE I MECHANIZMY

## CHEMIA ORGANICZNA

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# REAKCJE, MECHANIZMY

## DZIAŁ 11.D

### W tym pliku znajdziesz:

- **22 strony notatek z teorii**
- **13 lekcji**
- **18 zadań w tym:**
  - **11** zadań treningowych
  - **8** zadań przekrojowych

### Na platformie z kursem znajdziesz:

**2,6 godzin** materiału video, w tym:

- **48 minut** klarownej teorii w formie 14 krótkich mikrolekcji
- **1.5 godziny** praktyki z zadaniami treningowymi i przekrojowymi
- **24 minuty** pracy z zadaniami testowymi



### Ponadto w opracowaniu tego działu znajdziesz:

- **notatki z innych zagadnień** wraz z treningami i zadaniami przekrojowymi
- **zbiór zadań egzaminacyjnych**
- **testy wstępne**
- **dwa sprawdziany**

Copyright © for this edition **Samuraj chemiczny - kursy do matury z chemii**

**autor treści i zadań:** Bartłomiej Górski
**autor nagrań video:** Michał Bartosiak
**autor testów wstępnych:** Bartłomiej Górski, Natalia Kasprzak
**współpraca autorska:** Michał Bartosiak, dr Aneta Ciupa-Litwa, Marta Dworzyńska, Anna Mazur, Anna Skrzypek

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# SPIS TREŚCI


Typy reakcji ..... 4

Typy reakcji | teoria ..... 5

Addycja | teoria ..... 6

Substytucja | teoria ..... 7

Eliminacja | teoria ..... 8

Izomeryzacja/przegrupowanie | teoria ..... 9

Kondensacja/polikondensacja | teoria ..... 10

Dimeryzacja/trimeryzacja/polimeryzacja | teoria ..... 11

Typy reakcji chemicznych | trening ..... 12

Mechanizmy reakcji chemicznych ..... 14

Znaczenie strzałki w zapisie mechanizmu | teoria ..... 15

Rozpad homo- i heterolityczny | teoria ..... 16

Elektrofil, nukleofil, rodnik | teoria ..... 18

Karbokarion, karboanion, rodnik | teoria ..... 23

Wstęp do mechanizmów reakcji | trening ..... 24

Typy mechanizmów | teoria ..... 27

Rozpoznawanie mechanizmów reakcji | teoria ..... 30

Rozpoznawanie i analiza mechanizmów reakcji | trening ..... 33

Zadania przekrojowe ..... 38







Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# TYPY REAKCJI CHEMICZNYCH

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

DII.D.23

# TYPY REAKCJI

**Można wyróżnić następujące podstawowe typy reakcji chemicznych z udziałem związków organicznych:**

- **addycja (przyłączanie)**
- **substytucja (podstawianie)**
- **eliminacja**

**Czasami wyróżnia się jeszcze:**

- **izomeryzację**
- **kondensację, polikondensację**
- **dimeryzację, trimeryzację, polimeryzację**

**oraz procesy odwrotne, np. depolimeryzację.**



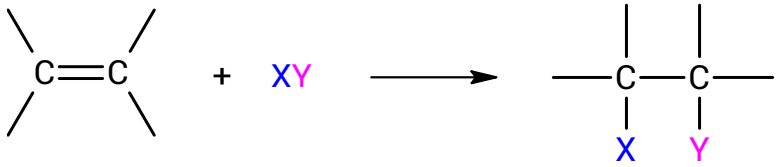


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.23

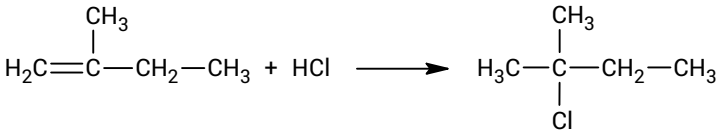
# ADDYCJA

**W wyniku addycji cząsteczka związku chemicznego (zwykle związku nieorganicznego) przyłącza się do cząsteczki związku organicznego.**
**W reakcji addycji często:**
**• uczestniczą dwa substraty, ale powstaje jeden produkt**
**• zmniejsza się liczba wiązań wielokrotnych (wiązań typu π) w cząsteczce związku organicznego, który uległ przemianie.**

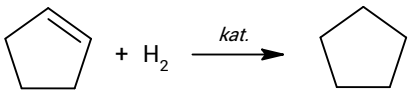



## Przykłady

**Reakcja addycji chlorowodoru do 2-metylobut-1-enu**




**Reakcja hydrogenacji (uwodornienia) cyklopentenu**





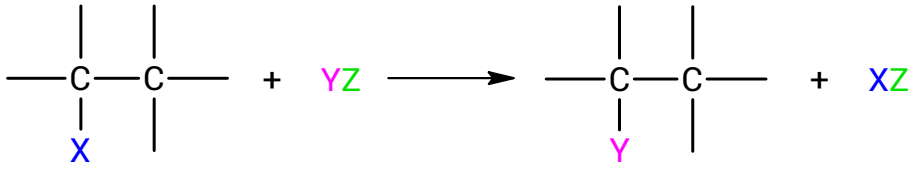



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.23

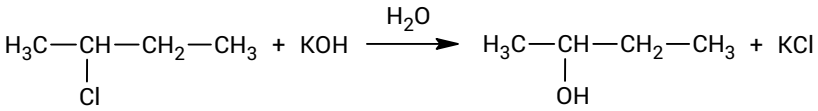
# SUBSTYTUCJA

**W wyniku substytucji następuje wymiana podstawnika przy łańcuchu węglowym. W takiej reakcji zwykle nie zmienia się liczba wiązań typu π w łańcuchu węglowym cząsteczki związku organicznego, który uległ przemianie.**

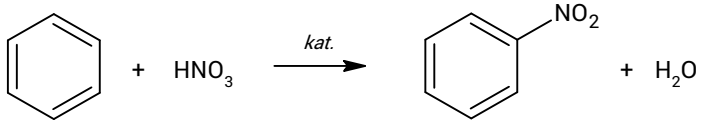



## Przykłady

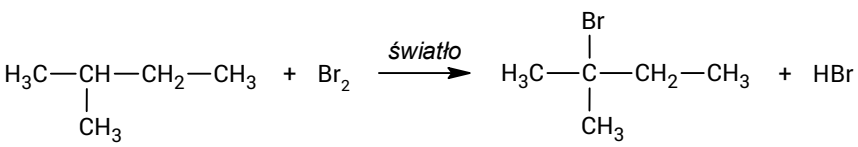
**Reakcja 2-chlorobutanu z wodnym roztworem wodorotlenku potasu**




**Reakcja nitrowania benzenu**




**Bromowanie 2-metylobutanu**





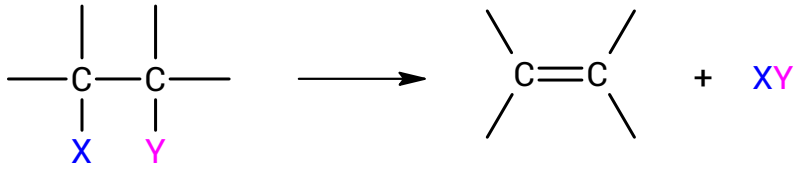



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

DII.D.23

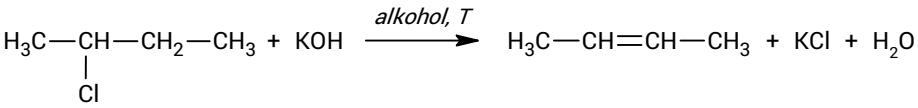
# ELIMINACJA

**W wyniku eliminacji następuje usunięcie (eliminacja) atomu lub atomów ze związku organicznego. W takiej reakcji tworzy się cząsteczka produktu organicznego, która zawiera więcej wiązań typu π niż cząsteczka substratu organicznego.**

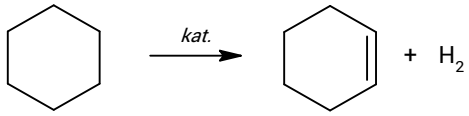



## Przykłady

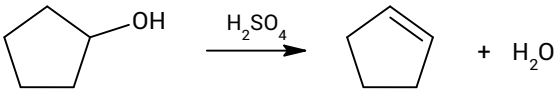
### Dehalogenacja 2-chlorobutanu do but-2-enu




### Dehydrogenacja (odwodornienie) cykloheksanu




### Dehydratacja (odwodnienie) cyklopentanolu





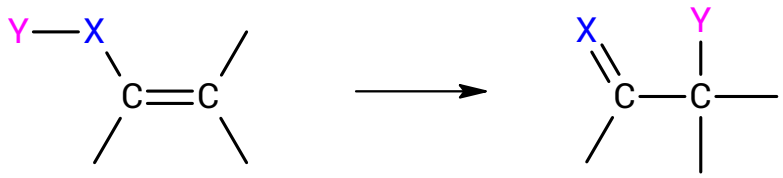



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.23

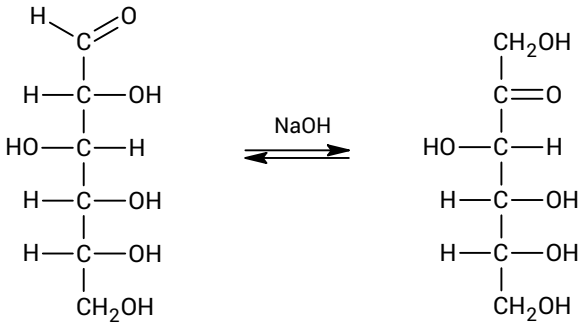
# IZOMERYZACJA/PRZEGRUPOWANIE

**Podczas tej reakcji dochodzi do zmian wewnątrz struktury danego związku chemicznego. Produkt i substrat takiej reakcji są względem siebie izomerami.**

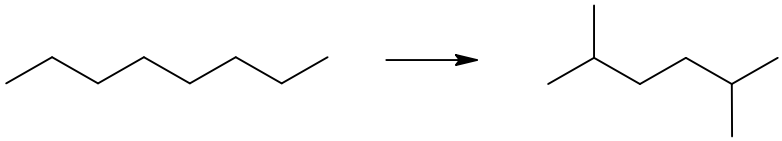



## Przykłady

**Przegrupowanie glukozy w środowisku zasadowym**




**Izomeryzacja *n*-oktanu do 2,5-dimetyloheksanu**





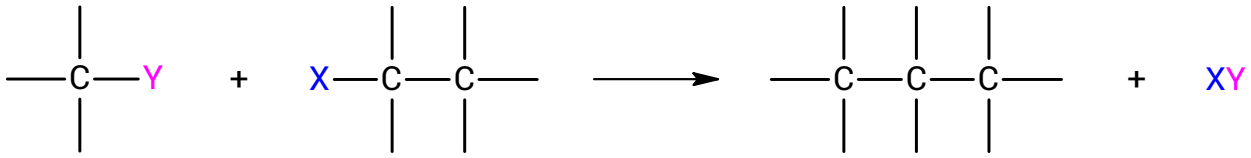


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.23

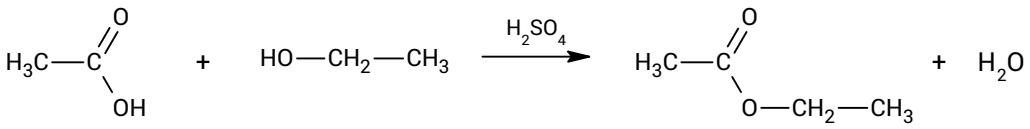
# KONDENSACJA/POLIKONDENSACJA

**Łączenie się dwóch (lub więcej) cząsteczek związków organicznych w jedną dużą cząsteczkę. Podczas kondensacji dochodzi do powstania produktu ubocznego (produktów ubocznych) – zwykle małocząsteczkowych związków nieorganicznych, np. $H_2O$.**

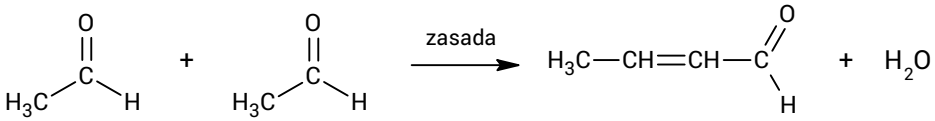


## Przykłady

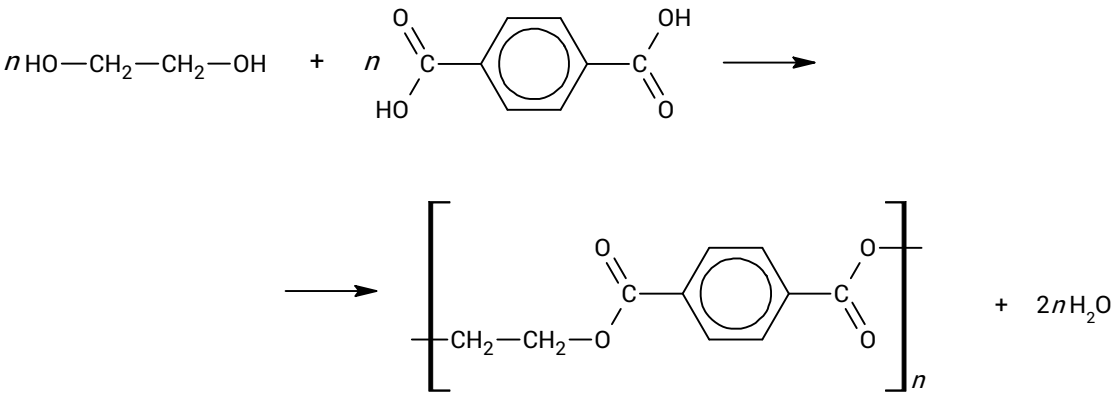
### Reakcja estryfikacji kwasu octowego z etanolem



### Reakcja aldolowa z dehydratacją



### Tworzenie poliestru







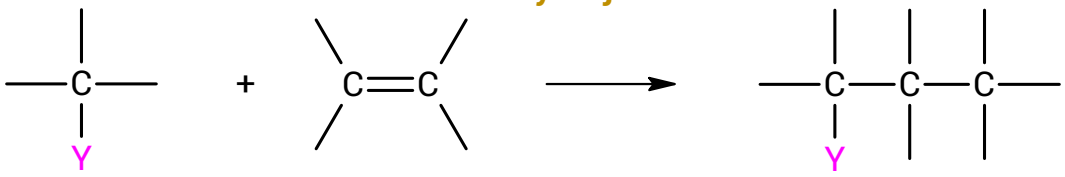
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

DII.D.23

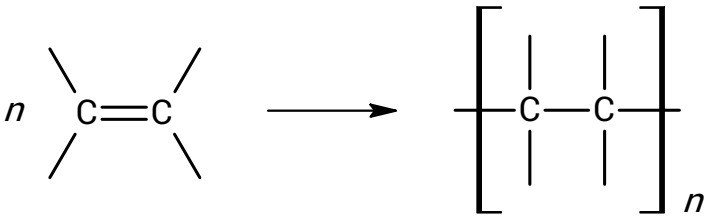
# DIMERYZACJA, TRIMERYZACJA, POLIMERYZACJA

**Łączenie się dwóch (lub więcej) cząsteczek związków organicznych w jedną dużą cząsteczkę. Podczas reakcji tego typu nie dochodzi do powstania produktu ubocznego (produktów ubocznych) – powstaje tylko związek organiczny.**

## Dimeryzacja

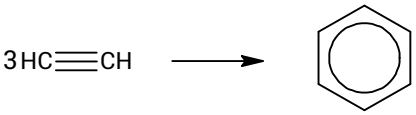



## Polimeryzacja

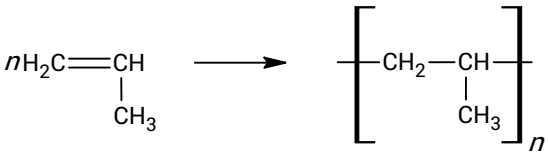



## Przykłady

### Trimeryzacja acetylenu (etynu)




### Polimeryzacja propylenu (propenu)







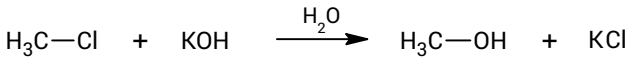
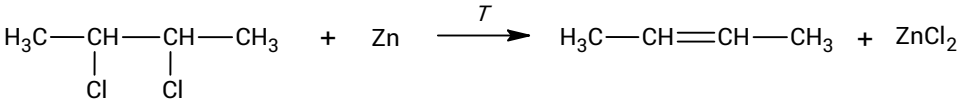
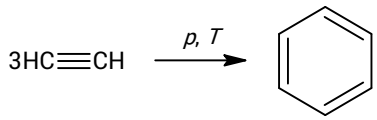
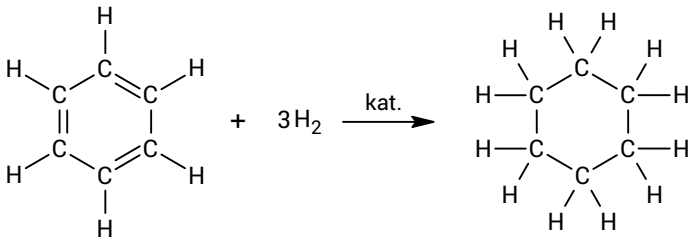
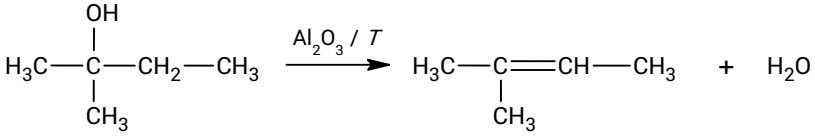
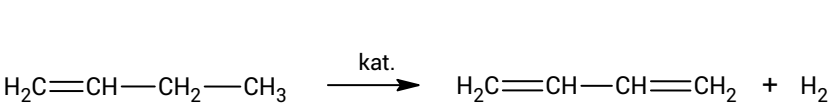
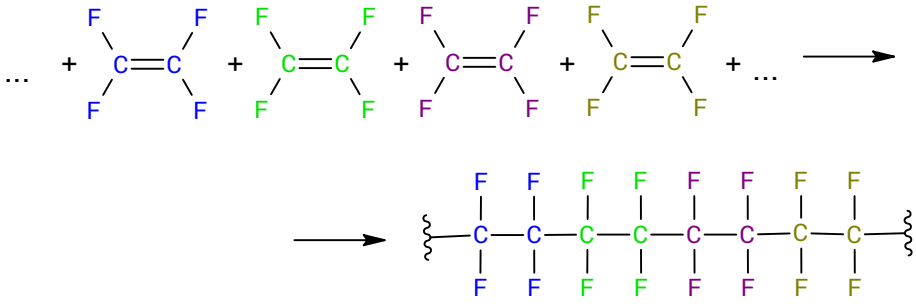

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# TRENING

## ZADANIE. 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11028

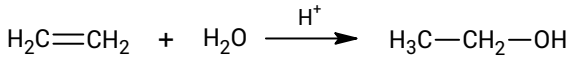
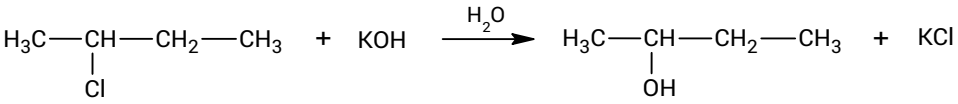
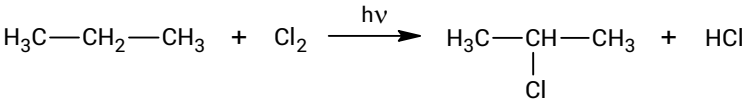
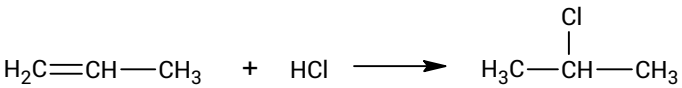
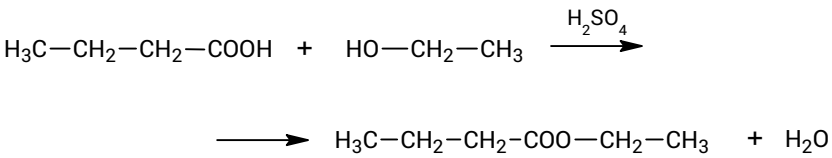
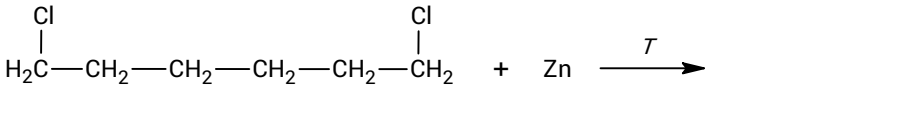
**Poniżej przedstawiono równania reakcji chemicznych. Każdej reakcji przypisz odpowiadający jej typ (addycja, substytucja, eliminacja, kondensacja, di-, tri-, polimeryzacja).**

| Równanie reakcji | Typ reakcji |
|---|---|
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

| | |
|---|---|
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |



# MECHANIZMY REAKCJI CHEMICZNYCH

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.24

# ZNACZENIE STRZAŁKI

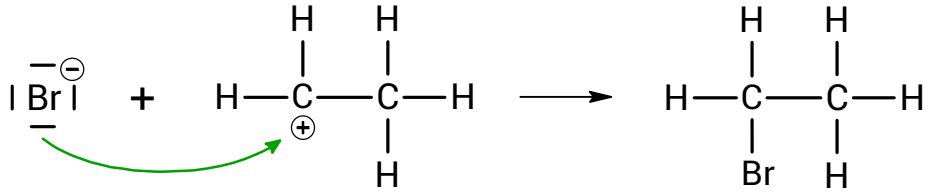
**Strzałka w zapisie mechanizmu reakcji odnosi się do kierunku przesunięcia (migracji) elektronów (w szczególności wolnej pary elektronowej).**



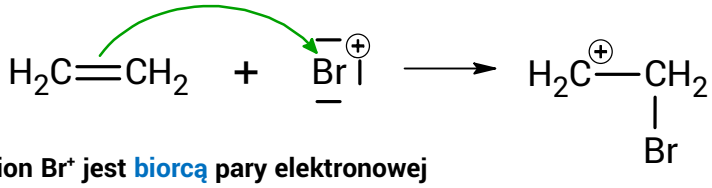
**Przemieszczenie pary elektronowej obrazuje się strzałką z pełnym grotem.**



**Przemieszczenie jednego elektronu obrazuje się strzałką z połową grotu.**



**Anion $Br^-$ jest dawcą wolnej pary elektronowej**



**Kation $Br^+$ jest biorcą pary elektronowej**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.24

# ROZPAD HOMO- I HETEROLITYCZNY

## Rozpad homolityczny

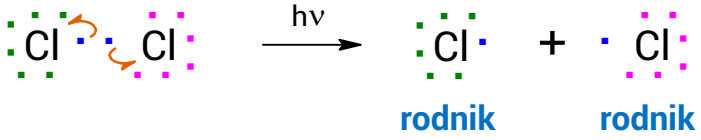
**Rozpad cząsteczki, np. chloru lub bromu na dwie identyczne drobiny. Rozpad homolityczny cząsteczki zachodzi przede wszystkim pod wpływem światła (lub wysokiej temperatury) i prowadzi do powstania rodników.**

**Światło:**

**UV**

**hν**

**(czyt. ha-ni)**




**Te drobiny nie są obdarzone ładunkiem, ponieważ każdy atom chloru zawiera dokładnie 7 elektronów walencyjnych. Jeden z elektronów jest niesparowany.**

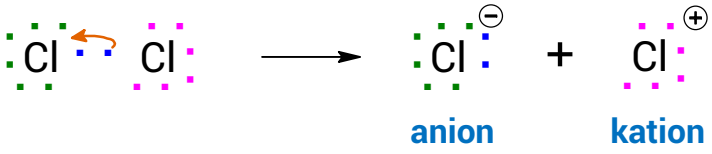




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Rozpad heterolityczny

**Rozpad cząsteczki, np. chloru lub bromu na dwie różne drobiny. Rozpad heterolityczny cząsteczki zachodzi przede wszystkim pod wpływem innych substancji, np. katalizatora lub organicznego substratu i prowadzi do powstania jonów.**




**Ma jeden elektron więcej w stosunku do siedmiu elektronów walencyjnych atomu chloru, dlatego jest obdarzony ładunkiem ujemnym.**

**W reakcjach chemicznych dąży do połączenia się z atomem obdarzonym ładunkiem dodatnim (np. kationem) lub drobiną zawierającą lukę elektronową. Taki anion jest wtedy donorem wolnej pary elektronowej (zasada Lewisa).**

**Ma jeden elektron mniej w stosunku do siedmiu elektronów walencyjnych atomu chloru, dlatego jest obdarzony ładunkiem dodatnim.**

**W reakcjach chemicznych dąży do połączenia się z atomem obdarzonym ładunkiem ujemnym (np. anionem lub drobiną zawierającą wolne pary elektronowe albo elektrony π). Taki kation jest wtedy akceptorem wolnej pary elektronowej (kwas Lewisa).**





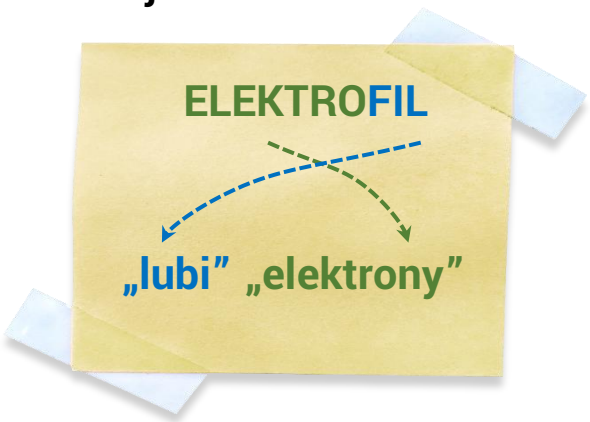
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

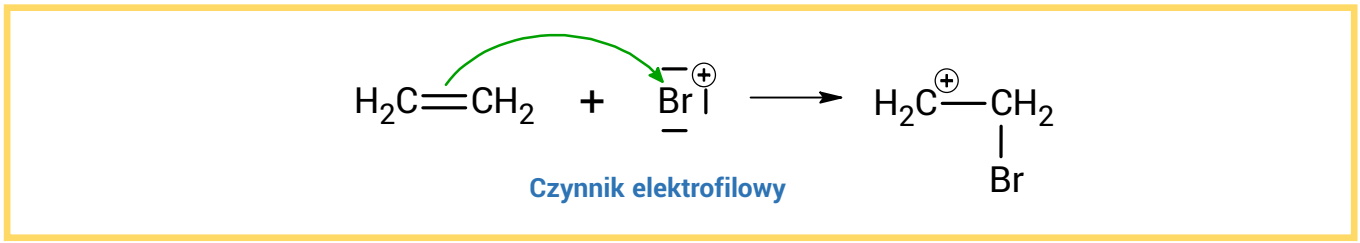
D11.D.24

# ELEKTROFIL, NUKLEOFIL, RODNIK

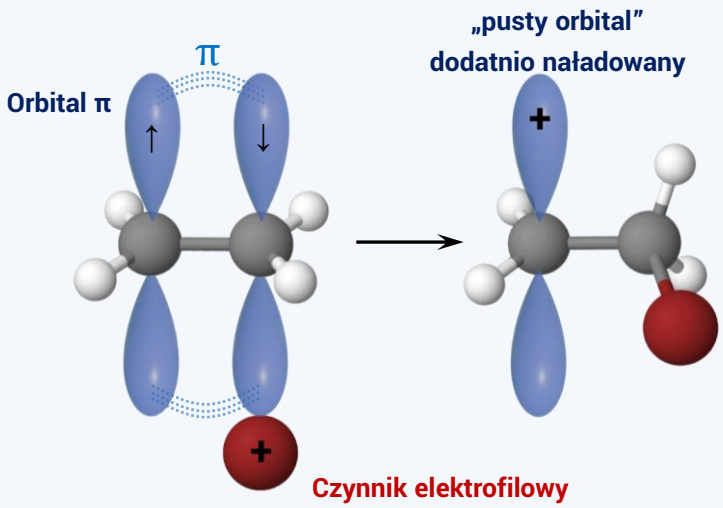
## Elektrofil (czynnik elektrofilowy)

**Drobina, która zawiera atom z niedoborem elektronów (luką elektronową) . Jest obdarzona zwykle ładunkiem dodatnim (jest kationem). W reakcjach chemicznych atakuje struktury organiczne, które zawierają wolne pary elektronowe lub wiązania π. Elektrofil jest kwasem Lewisa, czyli biorcą (akceptorem) pary elektronowej.**




### Uproszczony schemat








Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

**Przykłady typowych czynników elektrofilowych**

$Cl^+$ $H^+$ $NO_2^+$ $CH_3^+$





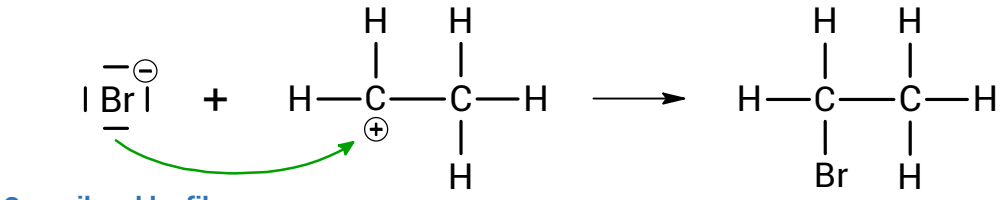
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.24

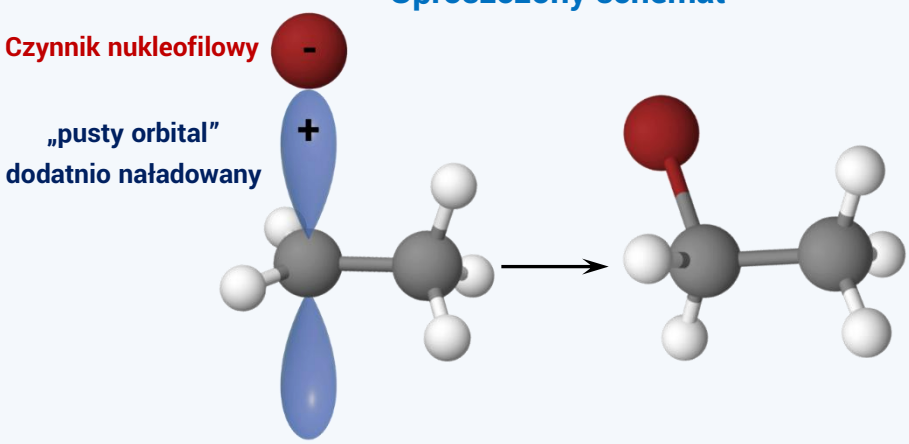
# Nukleofil (czynnik nukleofilowy)

**Drobina, która zawiera oktet elektronowy i co najmniej jedną wolną parę elektronową. Może być obdarzona ładunkiem ujemnym lub może być drobiną elektrycznie obojętną. W reakcjach chemicznych atakuje struktury organiczne, które zawierają niedobór elektronów. Nukleofil jest dawcą (donorem) pary elektronowej.**




## Uproszczony schemat








Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

**Przykłady typowych czynników nukleofilowych**

$H_2O$ $OH^-$ $Cl^-$



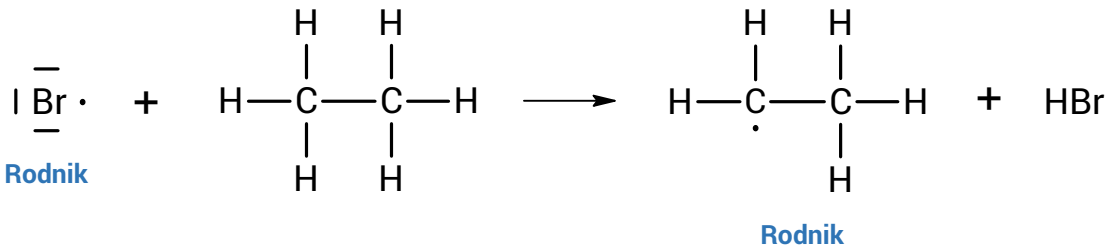


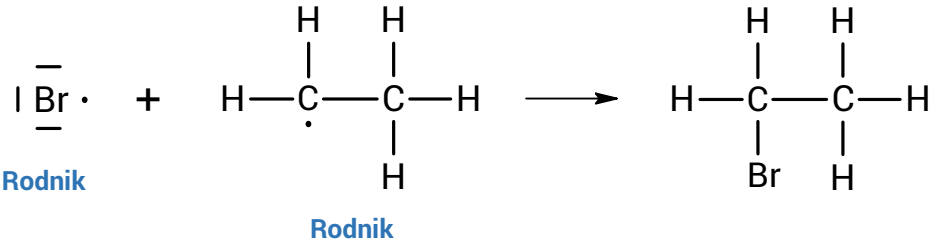
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.24

# Rodnik

**Drobina, która zawiera niesparowany elektron. Rodniki raczej nie łączą się z atomami węgla, które w najbliższym otoczeniu zawierają elektrony π lub wolne pary elektronowe. Rodniki przyczyniają się do powstania innych rodników oraz łączą się z innymi rodnikami.**




## Przykłady rodników

$Cl\bullet$ $CH_3\bullet$



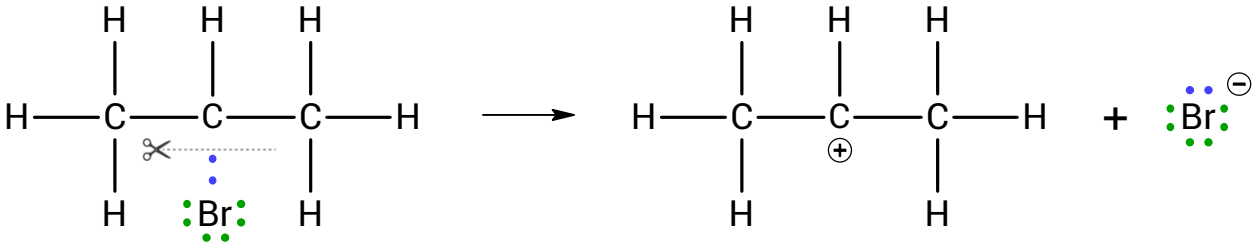


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

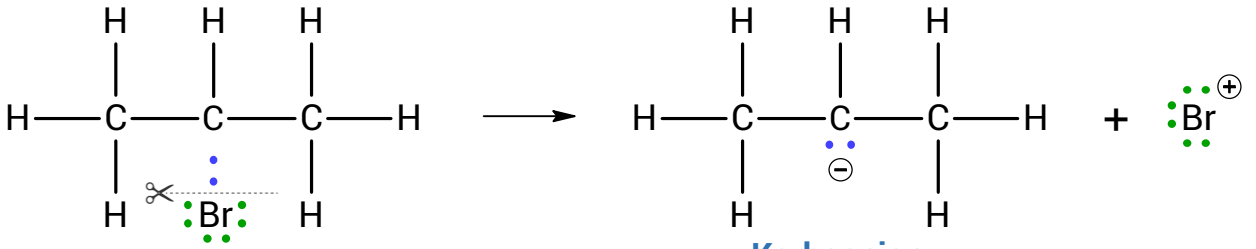
D11.D.24

# KARBOKATION, KARBOANION, RODNIK

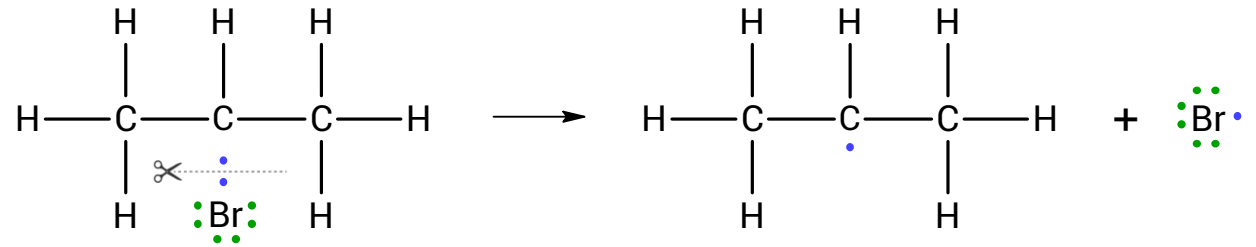
**Istnieją trzy hipotetyczne możliwości oderwania atomu fluorowca od szkieletu węglowego fluorowcopochodnej.**




Karbokation




Karboanion




Rodnik

**Uwaga! Schemat tworzenia karboanionu ma charakter wyłącznie poglądowy i nie odnosi się do faktycznych realiów reakcji.**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# TRENING

## ZADANIE 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11035

**Spośród drobin:**

$Br^+$ $CH_3^+$ $OH^-$ $H^+$ $Cl^-$ $Cl\cdot$ $CH_3CH_2\cdot$ $H_2O$ $NO_2^+$ $Cl^+$

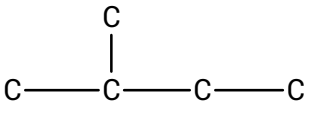
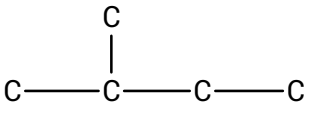
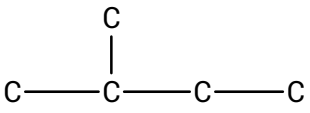
**wybierz te, które w reakcjach chemicznych pełnią funkcję elektrofili, nukleofili i rodników. Uzupełnij tabelę. Wpisz wzory wybranych drobin.**

| Elektrofil | Nukleofil | Rodnik |
|---|---|---|
| | | |

## ZADANIE 2. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11036

**Uzupełnij poniższe wzory elektronowe tak, aby przedstawiały:**
- **trzeciorzędowy karbokation (wzór 1)**
- **drugorzędowy karboanion (wzór 2)**
- **dowolny pierwszorzędowy rodnik (wzór 3).**

| | |
|---|---|
| Wzór 1 |  |
| Wzór 2 |  |
| Wzór 3 |  |





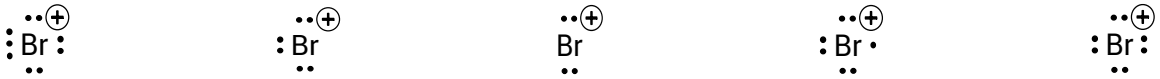
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## ZADANIE 3. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11037

Dany jest kation: $Br^+$.

**A. Zaznacz poprawny wzór elektronowy kationu $Br^+$:**



**B. Rozstrzygnij, czy kation $Br^+$ pełni funkcję elektrofila, nukleofila czy rodnika w reakcjach z udziałem związków organicznych. Uzasadnij odpowiedź.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

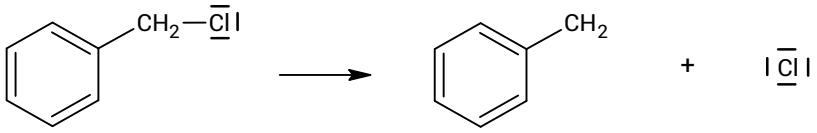
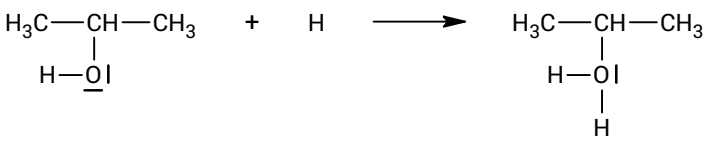
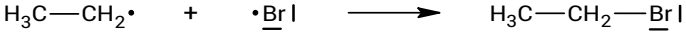
.....

## ZADANIE 4. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11038

Poniżej przedstawiono niepełne schematy wybranych etapów przemian chemicznych.

**Uzupełnij te schematy. W każdym przypadku zaznacz strzałką kierunek migracji elektronów. Umieść brakujące ładunki (jeśli drobina jest obdarzona ładunkiem).**

| | |
|---|---|
| Schemat 1 |  |
| Schemat 2 |  |
| Schemat 3 |  |



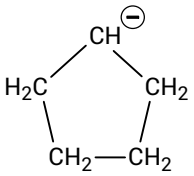


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## ZADANIE 5. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11039

Poniżej przedstawiono wzór pewnej struktury.




**A. Rozstrzygnij, czy przedstawiona struktura to karbokation, karboanion, czy rodnik. Uzasadnij odpowiedź.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**B. Rozstrzygnij, czy przedstawiona struktura jest uprzywilejowana na atak czynnika elektrofilowego, nukleofilowego czy rodnikowego. Uzasadnij odpowiedź.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.D.25

# TYPY MECHANIZMÓW

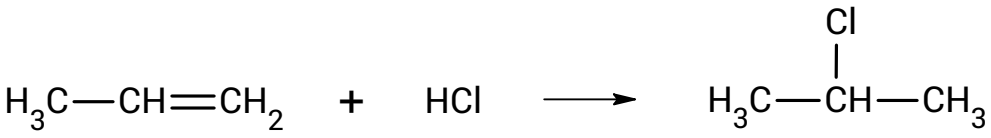
**Można wyróżnić następujące podstawowe typy mechanizmów reakcji:**

- **mechanizm elektrofilowy**
- **mechanizm nukleofilowy**
- **mechanizm rodnikowy**

**Mechanizm reakcji określa się na podstawie roli czynnika, który w pierwszej kolejności atakuje atom węgla związku organicznego.**

## Reakcja propenu z chlorowodorem

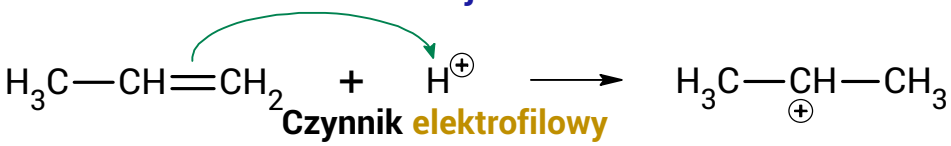
**Równanie reakcji:**



**Jest to przykład reakcji addycji**

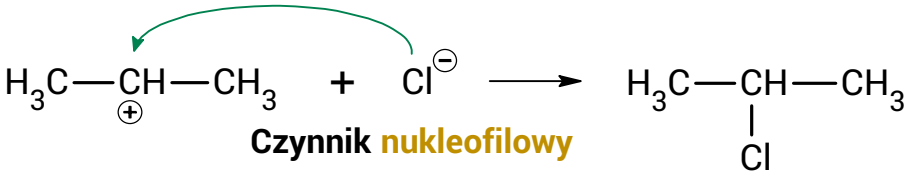
**Mechanizm reakcji:**

**Etap 1.:**



**Czynnik elektrofilowy**

**Etap 2.:**



**Czynnik nukleofilowy**

**W tej reakcji uczestniczą: czynnik elektrofilowy oraz czynnik nukleofilowy. Jednak to czynnik elektrofilowy jako pierwszy atakuje atom węgla w cząsteczce organicznej. Reakcja ta przebiega zatem według mechanizmu elektrofilowego.**

**Jest to reakcja addycji elektrofilowej**

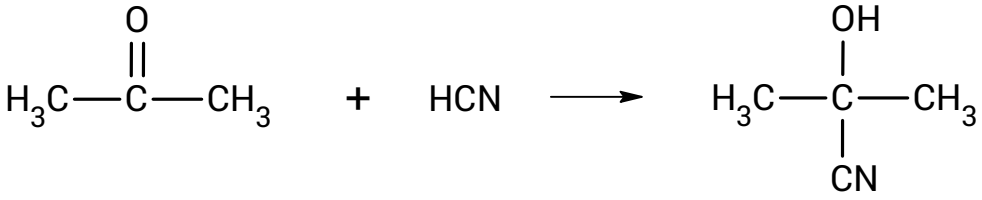




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Reakcja acetonu z cyjanowodorem

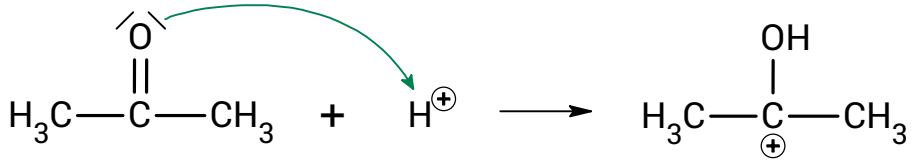
**Równanie reakcji:**




**Jest to przykład reakcji addycji**

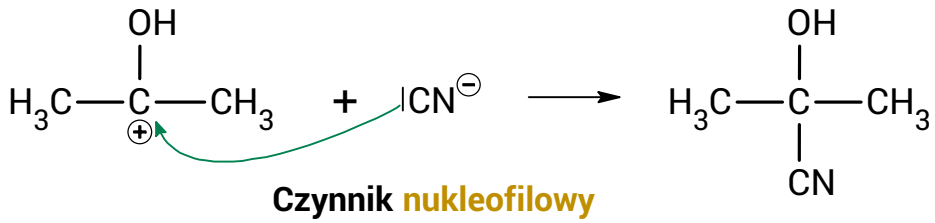
### Uproszczony mechanizm reakcji:

**Etap 1.:**




**Czynnik elektrofilowy**

**Etap 2.:**




**Czynnik nukleofilowy**

**W tej reakcji uczestniczy czynnik elektrofilowy oraz czynnik nukleofilowy. Czynnik elektrofilowy atakuje atom tlenu, dlatego nie on decyduje o mechanizmie reakcji. O mechanizmie przesądza atak czynnika nukleofilowego na atom węgla – reakcja przebiega więc zgodnie z mechanizmem nukleofilowym.**

**Jest to reakcja addycji nukleofilowej**

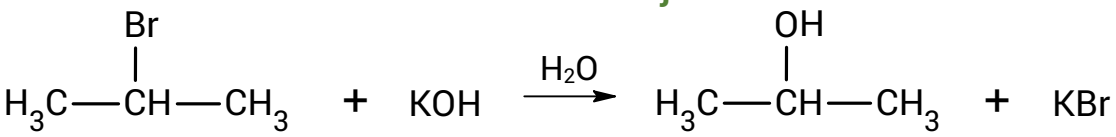




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Reakcja 2-bromopropanu z wodnym roztworem KOH

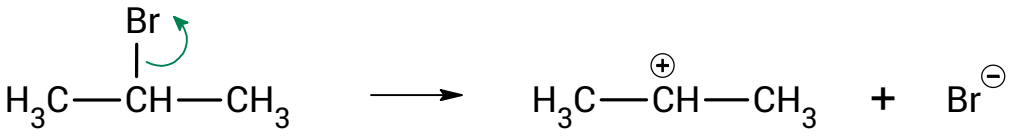
**Równanie reakcji:**



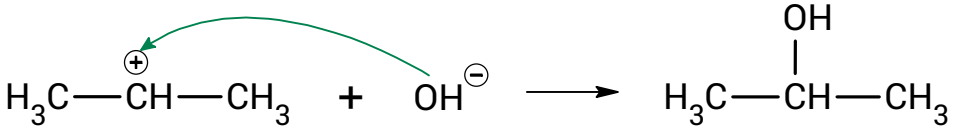

**Jest to przykład reakcji substytucji**

**Mechanizm reakcji:**

**Etap 1.:**




**Etap 2.:**




**Czynnik nukleofilowy**

**W tej reakcji uczestniczy czynnik nukleofilowy. W pierwszym etapie nie dochodzi do ataku żadnego czynnika na strukturę organiczną. W drugim etapie strukturę organiczną atakuje czynnik nukleofilowy. Reakcja ta przebiega zatem według mechanizmu nukleofilowego.**

**Jest to reakcja substytucji nukleofilowej**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

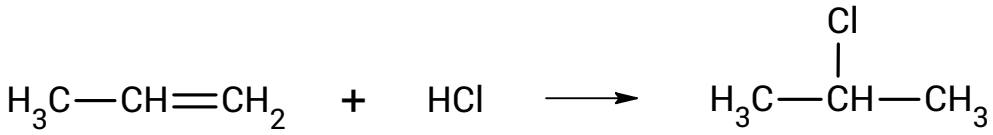
D11.D.25

# ROZPOZNAWANIE MECHANIZMU REAKCJI

## Addycja elektrofilowa

**Reakcja addycji cząsteczki (np. HCl, $Br_2$, $H_2O$) do ugrupowania C=C lub C≡C.**

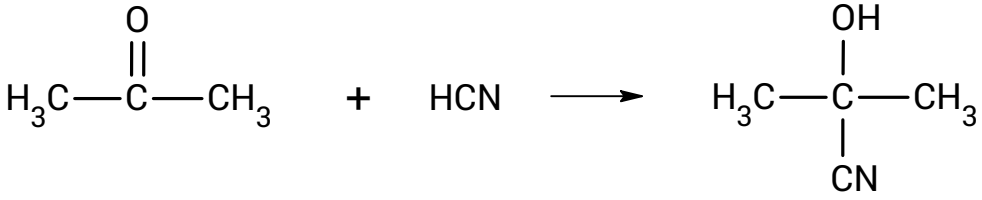
**Przykład reakcji addycji elektrofilowej**




## Addycja nukleofilowa

**Reakcja addycji cząsteczki (np. HCl, $H_2O$, HCN) do ugrupowania C=O.**

**Przykład reakcji addycji nukleofilowej**




## Addycja rodnikowa

**Nie musisz umieć rozpoznawać.**



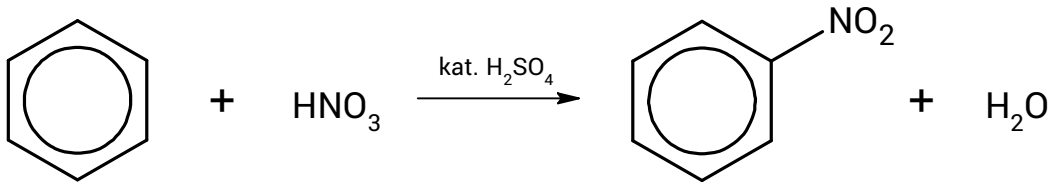


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Substytucja elektrofilowa

**Reakcja substytucji atomu lub grupy atomów bezpośrednio przyłączonych do pierścienia aromatycznego. Zachodzi zwykle w obecności katalizatora.**

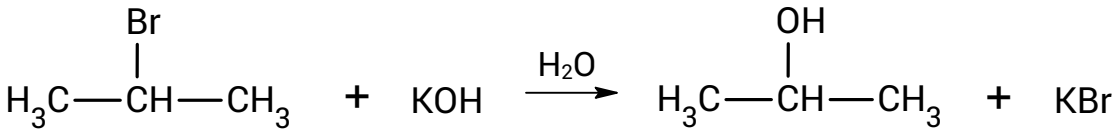
**Przykład reakcji substytucji elektrofilowej**




## Substytucja nukleofilowa

**Reakcja substytucji atomu lub grupy atomów do niearomatycznego fragmentu związku organicznego.**

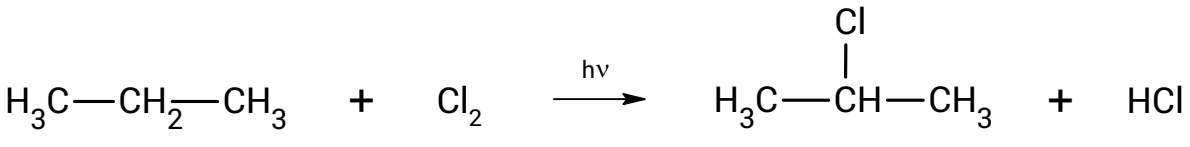
**Przykład reakcji substytucji nukleofilowej**




## Substytucja rodnikowa

**Reakcja substytucji atomu lub grupy atomów do niearomatycznego fragmentu związku organicznego. Zachodzi pod wpływem światła.**

**Przykład reakcji substytucji rodnikowej**



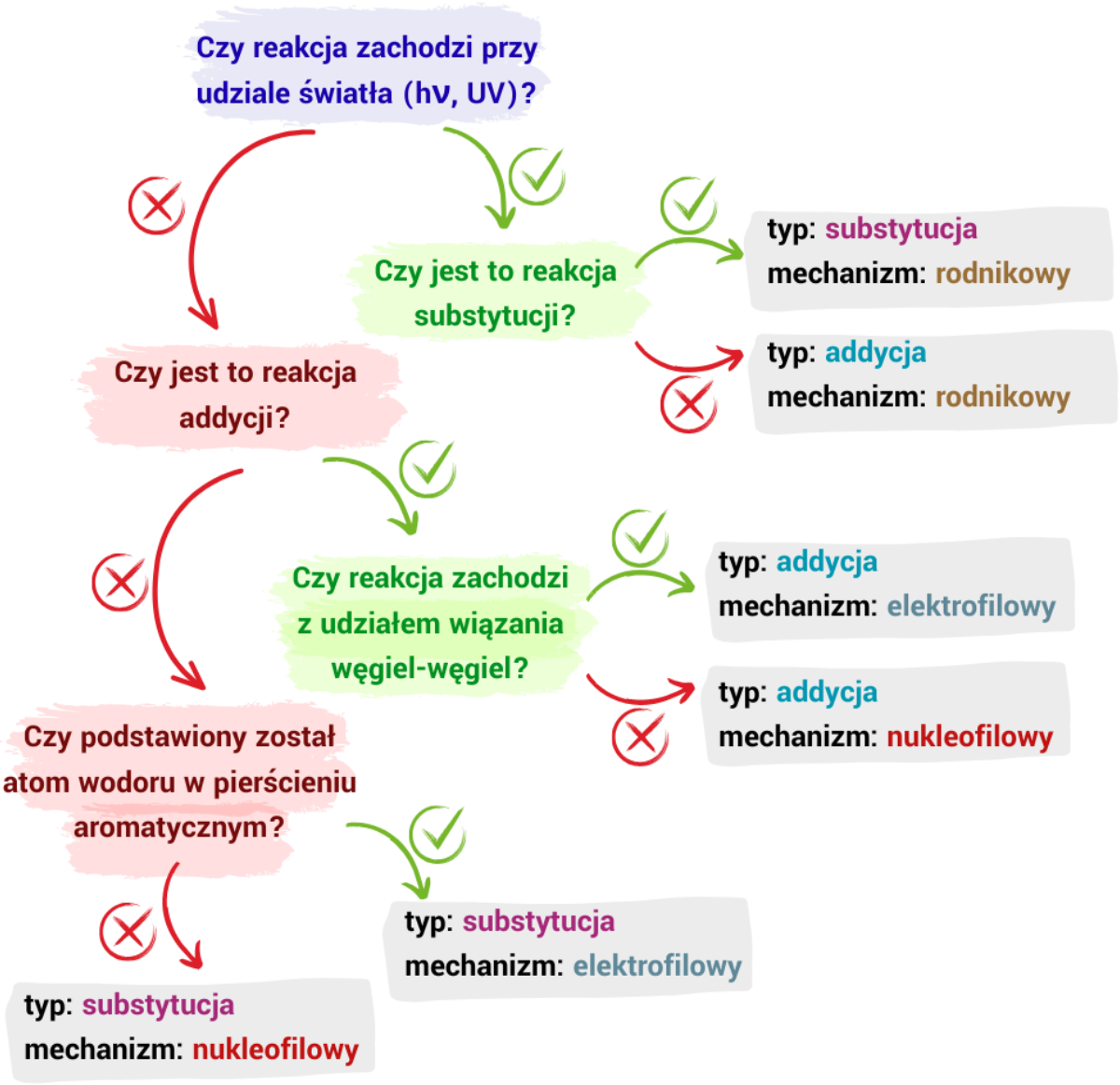

## Eliminacja

**Dla reakcji eliminacji nie określa się typu mechanizmu reakcji.**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com








Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# TRENING

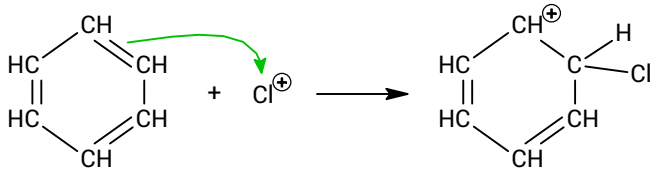
## ZADANIE 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11042

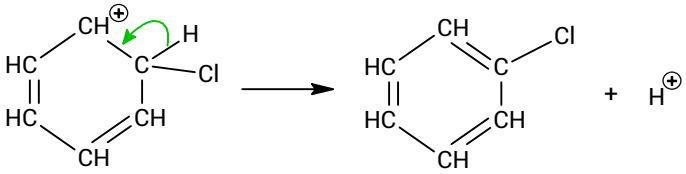
Poniżej przedstawiono czteroetapowy mechanizm pewnej reakcji chemicznej.

Etap 1. $Cl_2 + AlCl_3 \longrightarrow Cl^{\oplus} + AlCl_4^{\ominus}$

Etap 2.



Etap 3.



Etap 4. $H^{\oplus} + AlCl_4^{\ominus} \longrightarrow HCl + AlCl_3$

**A. Napisz sumaryczne równanie opisanej reakcji.**

**B. Napisz, czy przedstawiona reakcja zachodzi z udziałem katalizatora. Jeśli tak – podaj jego wzór.**

Reakcja **(zachodzi / nie zachodzi)** z udziałem katalizatora.

Wzór katalizatora (jeśli jest): .....

**C. Stosując odpowiednią nomenklaturę, zaznacz w przedstawionym zapisie mechanizmu:**
**elektrofil • nukleofil • rodnik • karbokation • karboanion**
**lub zaznacz, że dana drobina nie występuje.**

**D. Określ typ (addycja, substytucja, eliminacja) oraz mechanizm (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy) reakcji.**

Typ reakcji: .....

Mechanizm reakcji: .....





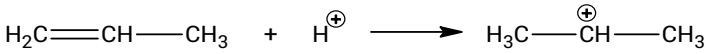
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## ZADANIE 2. zadanie autorskie

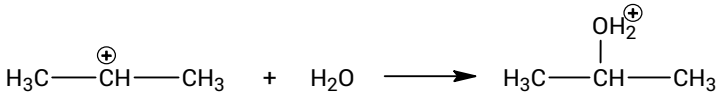
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11043

Poniżej przedstawiono trzyetapowy mechanizm pewnej reakcji chemicznej.

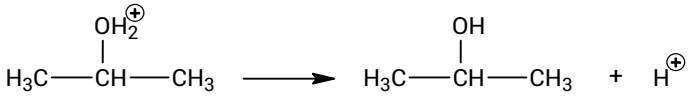
Etap 1.



Etap 2.



Etap 3.



**A. Napisz sumaryczne równanie opisanej reakcji.**

**B. Napisz, czy przedstawiona reakcja zachodzi z udziałem katalizatora. Jeśli tak – podaj jego wzór.**

Reakcja **(zachodzi / nie zachodzi)** z udziałem katalizatora.

Wzór katalizatora (jeśli jest): .....

**C. Stosując odpowiednią nomenklaturę, zaznacz w przedstawionym zapisie mechanizmu:**
**elektrofil • nukleofil • rodnik • karbokation • karboanion**
**lub zaznacz, że dana drobina nie występuje.**

**D. Określ typ (addycja, substytucja, eliminacja) oraz mechanizm (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy) reakcji.**

Typ reakcji: .....

Mechanizm reakcji: .....





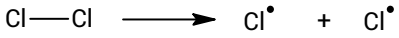
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## ZADANIE 3. zadanie autorskie

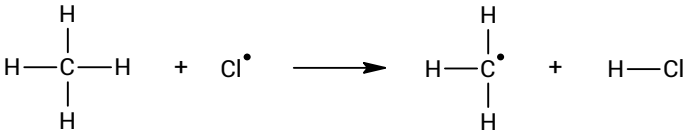
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11044

Poniżej przedstawiono trzyetapowy mechanizm pewnej reakcji chemicznej.

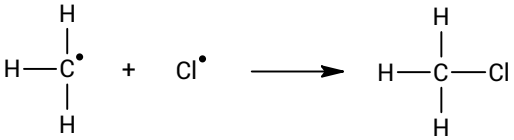
Etap 1.



Etap 2.



Etap 3.



**A. Napisz sumaryczne równanie opisanej reakcji.**

**B. Napisz, czy przedstawiona reakcja zachodzi z udziałem katalizatora. Jeśli tak – podaj jego wzór.**

Reakcja **(zachodzi / nie zachodzi)** z udziałem katalizatora.

Wzór katalizatora (jeśli jest): .....

**C. Stosując odpowiednią nomenklaturę, zaznacz w przedstawionym zapisie mechanizmu:**
**elektrofil • nukleofil • rodnik • karbokation • karboanion**
**lub zaznacz, że dana drobina nie występuje.**

**D. Określ typ (addycja, substytucja, eliminacja) oraz mechanizm (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy) reakcji.**

Typ reakcji: .....

Mechanizm reakcji: .....





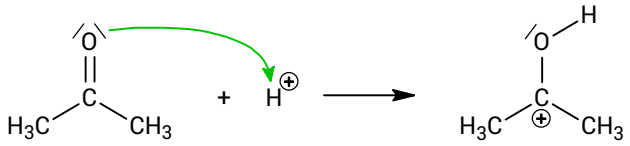
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## ZADANIE 4. zadanie autorskie

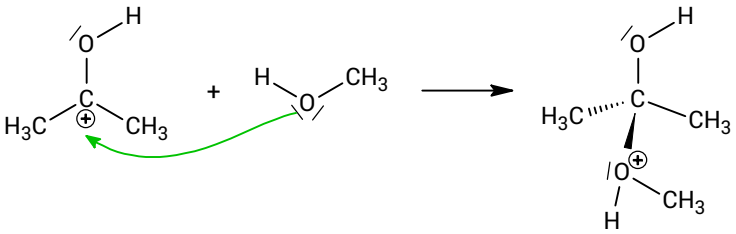
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11045

Poniżej przedstawiono trzyetapowy mechanizm pewnej reakcji chemicznej.

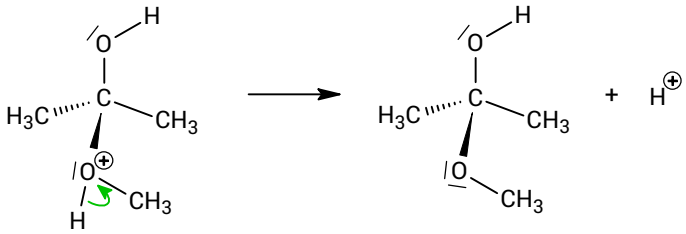
Etap 1.



Etap 2.



Etap 3.



**A. Napisz sumaryczne równanie opisanej reakcji.**

**B. Napisz, czy przedstawiona reakcja zachodzi z udziałem katalizatora. Jeśli tak – podaj jego wzór.**

Reakcja **(zachodzi / nie zachodzi)** z udziałem katalizatora.

Wzór katalizatora (jeśli jest): .....

**C. Stosując odpowiednią nomenklaturę, zaznacz w przedstawionym zapisie mechanizmu:**
**elektrofil • nukleofil • rodnik • karbokation • karboanion**
**lub zaznacz, że dana drobina nie występuje.**

**D. Określ typ (addycja, substytucja, eliminacja) oraz mechanizm (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy) reakcji.**

Typ reakcji: .....

Mechanizm reakcji: .....



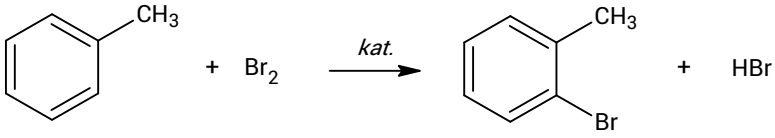
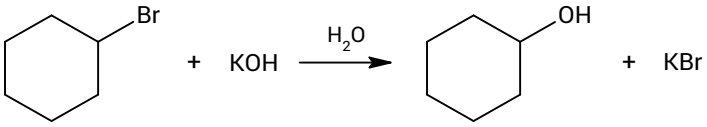
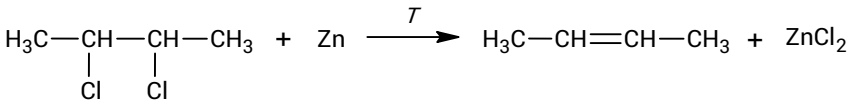
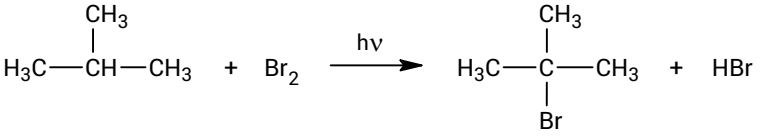
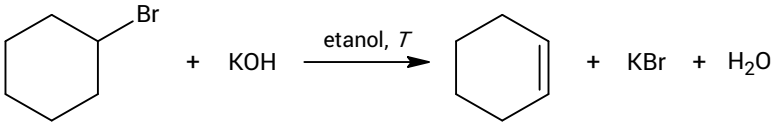
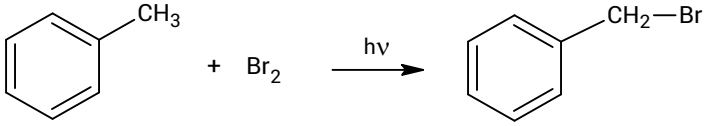
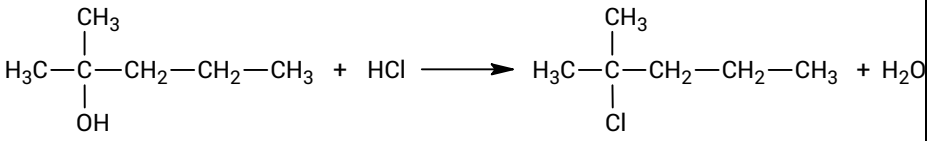
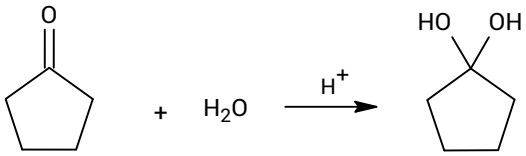
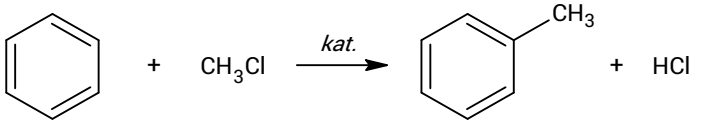
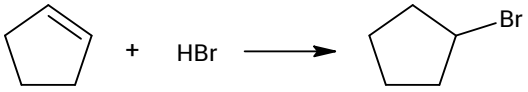


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## ZADANIE 5. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11046

**Określ typ (addycja, substytucja, eliminacja) oraz mechanizm (rodnikowy, elektrofilowy, nukleofilowy) reakcji, które opisano poniższymi równaniami lub zaznacz, że dla danej reakcji nie można przypisać konkretnego mechanizmu.**

| L.p. | Równanie reakcji | Typ reakcji | Mechanizm |
|---|---|---|---|
| 1 |  | | |
| 2 |  | | |
| 3 |  | | |
| 4 |  | | |
| 5 |  | | |
| 6 |  | | |
| 7 |  | | |
| 8 |  | | |
| 9 |  | | |
| 10 |  | | |





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# ZADANIA PRZEKROJOWE

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# ZADANIA PRZEKROJOWE

## ZADANIE 1. CKE, grudzień 2004 (arkusz próbnej matury)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11047

Określ typ (addycja, eliminacja, substytucja) podanych niżej reakcji:

I. $C_{17}H_{33}COOH + Br_2 \rightarrow C_{17}H_{33}Br_2COOH$

II. $C_2H_5OH \xrightarrow{Al_2O_3,\ temp.} C_2H_4 + H_2O$

III. $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{światło} CH_3Cl + HCl$

Reakcja I .....

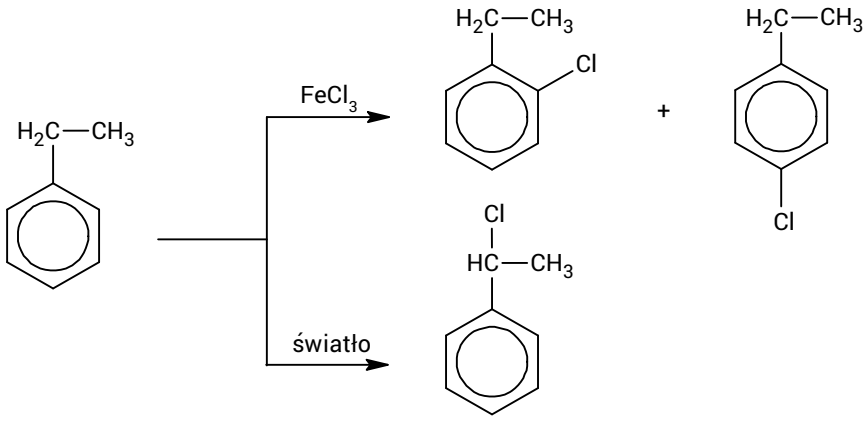
Reakcja II .....

Reakcja III .....

## ZADANIE 2. CKE, styczeń 2010 (arkusz próbnej matury)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11048

Poniżej przedstawiono schemat reakcji etylobenzenu z chlorem w zależności od warunków przeprowadzenia reakcji.




**Uzupełnij zdania. Napisz według jakiego mechanizmu: rodnikowego czy elektrofilowego, przebiegają powyższe reakcje substytucji.**

Reakcja substytucji etylobenzenu w obecności katalizatora $FeCl_3$ przebiega według mechanizmu

..... .

Reakcja substytucji etylobenzenu w obecności światła przebiega według mechanizmu ..... .





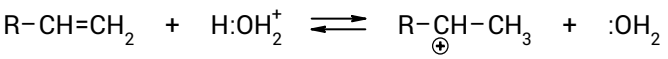
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## ZADANIE 3. CKE, maj 2016 (formuła 2015)

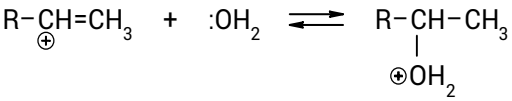
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11049

Woda przyłącza się do alkenów w obecności silnie kwasowego katalizatora $H_3O^+$. Ta addycja przebiega poprzez tworzenie kationów z ładunkiem dodatnim zlokalizowanym na atomie węgla, czyli tzw. karbokationów. Mechanizm tej reakcji dla alkenów o wzorze ogólnym $R–CH=CH_2$ (R – grupa alkilowa) można przedstawić w trzech etapach.

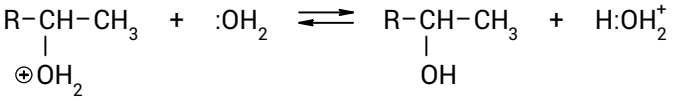
Etap I



Etap II



Etap III



Uwaga: w poniższych równaniach etapów reakcji wzór wody przedstawiono jako $:OH_2$, a wzór kwasowego katalizatora zapisano jako $H:OH_2^+$.

**Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**

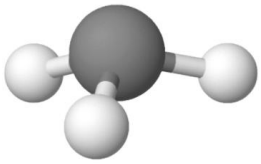
Podczas etapu I alken ulega działaniu reagenta **(wolnorodnikowego / nukleofilowego / elektrofilowego)**. W etapie II karbokation łączy się z cząsteczką wody, w wyniku czego powstaje protonowany alkohol. Na tym etapie przemiany woda działa jako **(nukleofil / elektrofil)**. Podczas etapu III protonowany alkohol **(oddaje / pobiera)** proton, co prowadzi do powstania obojętnego alkoholu oraz do odtworzenia katalizatora.

## ZADANIE 4. zadanie autorskie

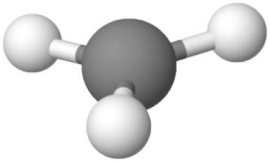
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11050

**Rozstrzygnij, który model (I czy II) jest ilustracją kształtu karboanionu $CH_3^-$. Uzasadnij odpowiedź. Odnieś się do teorii VSPER.**

**I**



**II**



Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

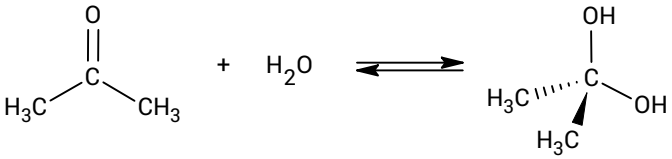
.....



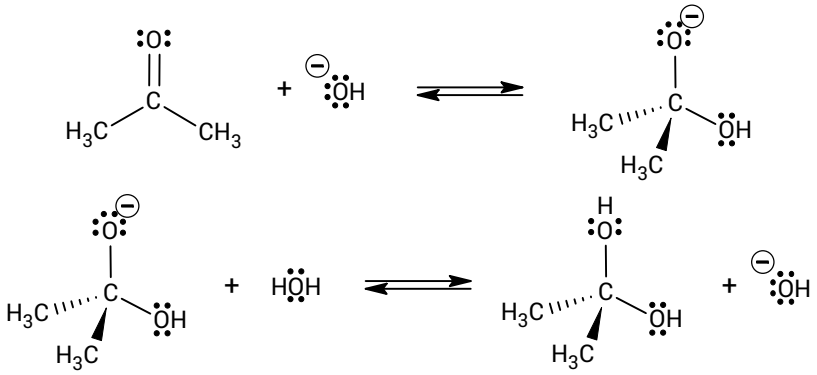
## ZADANIE 5. CKE, czerwiec 2018 (formuła 2015)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11051

Aldehydy i ketony ulegają reakcji z wodą, w wyniku czego tworzą diole. Ta reakcja – nazywana reakcją hydratacji – jest odwracalna, a jej wydajność zależy od struktury związku karbonylowego, np. wodny roztwór metanalu zawiera 0,1 % aldehydu i 99,9 % produktu jego hydratacji, ale wodny roztwór propanonu zawiera 99, 9% ketonu i 0,1 % diolu (w temperaturze około 20 °C). Propanon reaguje z wodą zgodnie z równaniem:



Opisana reakcja w czystej wodzie zachodzi powoli, ale jest katalizowana zarówno przez kwas, jak i przez zasadę. Reakcja hydratacji katalizowana zasadą zachodzi etapami zilustrowanymi poniższymi równaniami (kropkami zaznaczono wolne elektrony walencyjne atomów tlenu).



Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2000.

**A. Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedno właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**

Hydratacja propanonu jest reakcją **(addycji / eliminacji / substytucji)**. Mechanizm opisanej reakcji jest **(elektrofilowy / nukleofilowy / rodnikowy)**. Przyłączenie jonu hydroksylowego do atomu węgla grupy karbonylowej w cząsteczce propanonu jest możliwe, ponieważ ten atom jest obdarzony cząstkowym ładunkiem **(dodatnim / ujemnym)** wskutek polaryzacji wiązania z atomem **(tlenu / węgla / wodoru)**.

**B. Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | W wyniku opisanej reakcji zmienia się hybrydyzacja orbitali walencyjnych drugiego atomu węgla z $sp^2$ w cząsteczce ketonu na $sp^3$ w cząsteczce diolu. | P | F |
| 2 | Cząsteczka diolu, który powstaje w opisanej reakcji, występuje w postaci enancjomerów. | P | F |
| 3 | W opisanej reakcji organiczny anion będący produktem pośrednim pełni funkcję zasady Brønsteda. | P | F |





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

**C. Rozstrzygnij, czy prowadzenie reakcji hydratacji propanonu w obecności mocnej zasady skutkuje większą zawartością diolu w mieszaninie poreakcyjnej (w temperaturze około 20 °C). Odpowiedź uzasadnij.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

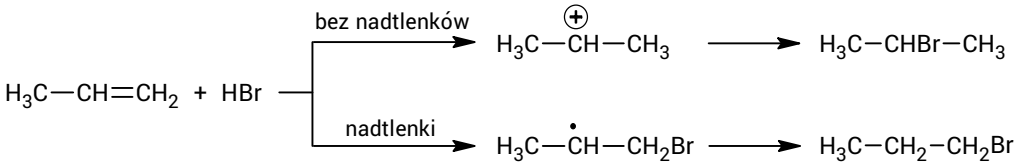
.....

.....

## ZADANIE 6. CKE, maj 2018 (formuła 2015) zmodyfikowane

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11052

Na przebieg reakcji propenu z bromowodorem ma wpływ obecność nadtlenków w mieszaninie reakcyjnej, co zilustrowano na poniższym schemacie.




Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1985.

**Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedno określenie spośród podanych w nawiasie.**

Gdy w środowisku reakcji nie ma nadtlenków, bromowodór przyłącza się do propenu. Ta addycja przebiega poprzez tworzenie drobin z ładunkiem dodatnim zlokalizowanym na atomie węgla. Jest to addycja **(rodnikowa / nukleofilowa / elektrofilowa)** do podwójnego wiązania węgiel–węgiel. W tej reakcji powstaje **(pierwszorzędowa / drugorzędowa)** bromopochodna węglowodoru.

Gdy w środowisku reakcji są obecne nadtlenki, addycja jest niezgodna z regułą Markownikowa. W tej reakcji przejściowo tworzy się **(karbokation pierwszorzędowy / karbokation drugorzędowy / rodnik pierwszorzędowy / rodnik drugorzędowy)** i powstaje **(pierwszorzędowa / drugorzędowa)** bromopochodna węglowodoru.



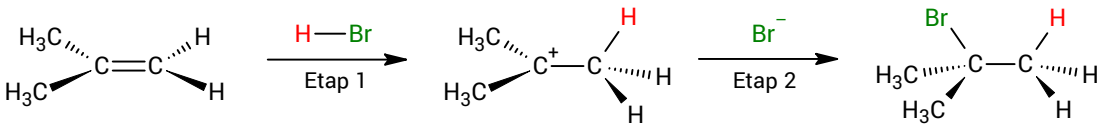


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

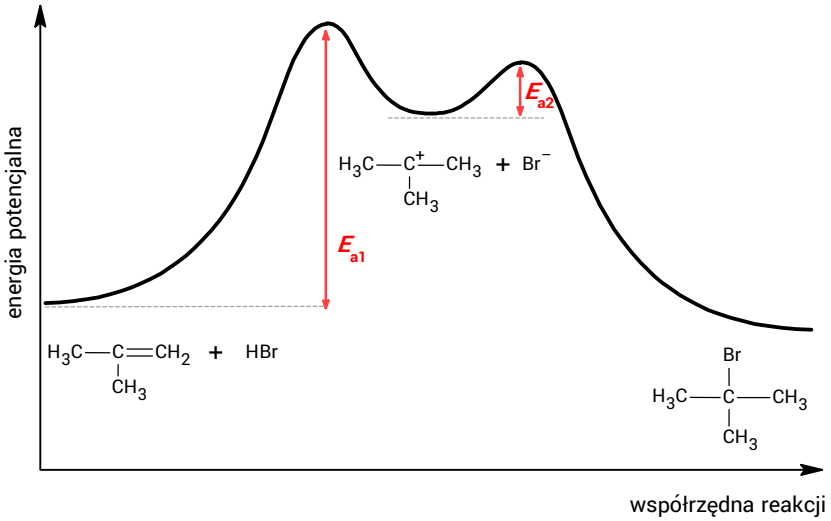
## ZADANIE 7. CKE, grudzień 2024 (arkusz próbnej matury)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/11053

Addycja bromowodoru do 2-metyloprop-1-enu zachodzi zgodnie z dwuetapowym mechanizmem ukazanym na poniższym schemacie.




Na wykresie przedstawiono zmianę energii potencjalnej drobin podczas przebiegu reakcji chemicznej.




**A. Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Entalpia reakcji addycji bromowodoru do 2-metyloprop-1-enu przyjmuje wartość ujemną ($\Delta H < 0$). | P | F |
| 2 | Reakcja addycji bromowodoru do 2-metyloprop-1-enu zachodzi zgodnie z mechanizmem nukleofilowym | P | F |

**B.** Szybkość reakcji chemicznej zależy od szybkości najwolniejszego etapu danej przemiany.

**Rozstrzygnij, który etap – 1 czy 2 – jest wolniejszy, więc decyduje o szybkości reakcji addycji bromowodoru do 2-metyloprop-1-enu. Odpowiedź uzasadnij.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

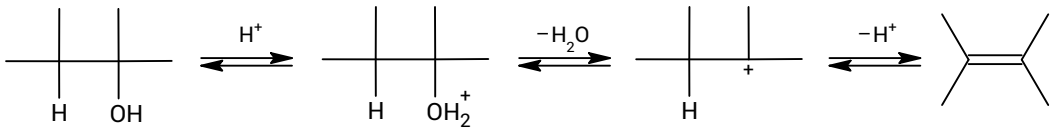
.....

.....



## ZADANIE 8. CKE, Informator o egzaminie maturalnym z chemii od roku szkolnego 2022/2023

Dehydratacja (odwodnienie) alkoholi – reakcja, w wyniku której, w obecności kwasu, z alkoholu otrzymuje się alken – przebiega według mechanizmu obejmującego trzy etapy. Początkowo (etap I) powstaje protonowana forma alkoholu, następnie zachodzą jej powolna dysocjacja (etap II) z utworzeniem karbokationu oraz szybkie odszczepienie protonu od sąsiedniego atomu węgla z utworzeniem alkenu (etap III). Opisany proces można zilustrować schematem:




alkohol — protonowany alkohol — karbokation — alken

Wiązanie podwójne w alkenie powstającym podczas dehydratacji, będącym głównym produktem reakcji, znajduje się często w innym miejscu niż wynikałoby to z położenia grupy –OH w substracie. Dzieje się tak dlatego, że powstający karbokation ulega przegrupowaniu polegającemu na przeniesieniu atomu wodoru lub grupy alkilowej od sąsiedniego atomu węgla z jednoczesnym przemieszczeniem się ładunku dodatniego. Takie przegrupowanie zachodzi zawsze wtedy, gdy może ono spowodować powstanie trwalszego karbokationu, czyli takiego, w którym ładunek dodatni znajduje się na atomie węgla o możliwie najwyższej rzędowości.

Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1996.

**A. Napisz numer tego etapu opisanego mechanizmu dehydratacji alkoholi, który decyduje o szybkości powstawania alkenu z alkoholu.**

.....

**B. Spośród poniższych wzorów wybierz i podkreśl wzór najtrwalszego karbokationu.**

