

## REAKCJE CHEMICZNE



1. syntezy
2. analizy
3. wymiany
4. substytucji
5. addycji
6. eliminacji
7. polimeryzacji

1

### reakcja chemiczna

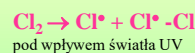
to każdy proces w wyniku którego następuje zrywanie i/lub powstawanie nowych wiązań chemicznych

### reakcje proste i złożone



#### reakcja prosta,

to prosty akt zerwania lub powstania jednego wiązania chemicznego



#### reakcje złożone,

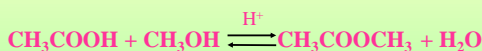
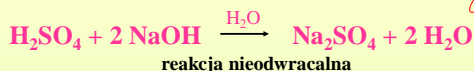
w których dochodzi jednocześnie do rozpadu jednych wiązań i powstania drugih

każdą reakcję złożoną można "rozłożyć" na wymyślony ciąg reakcji prostych,

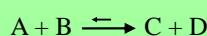
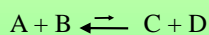
2

1

2



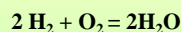
reakcja równowagowa



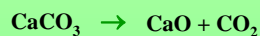
3

### syntezy

z dwu lub więcej substancji prostszych powstaje jedna substancja złożona o odmiennych właściwościach chemicznych i fizycznych



Substraty A + B	Kierunek reakcji	Produkty AB
$\text{CaO} + \text{CO}_2$	$\rightarrow$	$\text{CaCO}_3$
$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$	$\rightarrow$	$2\text{HNO}_3$



4

3

4

### analizy

z jednej substancji złożonej powstają dwie lub kilka substancji prostszych, różniących się od substratu właściwościami fizycznymi i chemicznymi

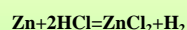


Substraty AB	Kierunek reakcji	Produkty A + B
$\text{MgCO}_3$	$\rightarrow$	$\text{MgO} + \text{CO}_2$
$2\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\rightarrow$	$2\text{CaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$

5

### wymiany

wymiana pojedyncza (reakcja wypierania) - z jednego związku chemicznego i jednego pierwiastka powstaje inny związek chemiczny i inny, mniej aktywny pierwiastek



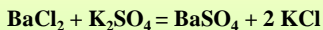
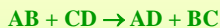
Substraty A + BC	Kierunek reakcji	Produkty AC + B
$\text{Fe} + 2\text{HCl}$	$\rightarrow$	$\text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
$2\text{K} + \text{H}_2\text{O}$	$\rightarrow$	$2\text{KOH} + 1/2 \text{H}_2$

6

5

6

**wymiana podwójna** - biorą udział dwa związki chemiczne i jako produkty powstają nowe dwa związki



Substraty AB + CD	Kierunek reakcji	Produkty AD + BC
$CaSO_4 + Na_2CO_3$	$\rightarrow$	$CaCO_3 + Na_2SO_4$
$H_2SO_4 + Ca(OH)_2$	$\rightarrow$	$CaSO_4 + 2H_2O$

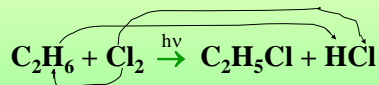


7

## substytucji



**reakcje substytucji** - czyli inaczej reakcje **podstawienia** w cząsteczce następuje wymiana jakiegoś atomu lub ich grupy



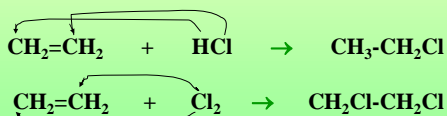
8

## addycji



**reakcje addycji** - czyli inaczej reakcje **dodawania** reagująca cząsteczka ulega powiększeniu o jakiś atom lub grupę atomów.

reakcja przyłączenia - (przyłączenie, addycja), reakcja syntezy polegająca na łączeniu się dwóch cząsteczek organicznych w jedną, zachodząca ze zmniejszeniem krotności wiązania wielokrotnego

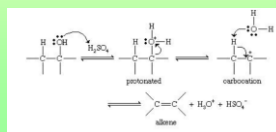
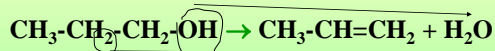


9

## eliminacji



**reakcje eliminacji** - czyli inaczej reakcje **oderwania** od cząsteczki odrywa się jakiś atom lub grupa atomów i nic innego się w to miejsce nie przyłącza



[http://e-chemia.cha.pl/?page\\_id=792](http://e-chemia.cha.pl/?page_id=792)

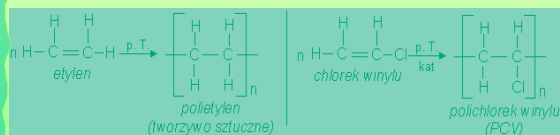
10

## polimeryzacji



**polimeryzacja** polega na łączeniu się małych cząsteczek w bardzo duże

związki składający się z tych bardzo dużych cząsteczek **polimer** proste związki, z których tworzą się polimery **monomer**



11

## KINETYKA I STATYKA REAKCJI CHEMICZNYCH



proces podczas którego powstają nowe substancje, nazywamy **przemianą chemiczną** przebieg przemiany chemicznej jest opisany równaniem chemicznym sam proces nazywany jest **reakcją chemiczną**

aby reakcja chemiczna była możliwa konieczna jest:

- obecność cząstek substratów
- musi dochodzić do zderzeń między cząstkami
- w momencie zderzenia musi zaistnieć korzystne przestrzenne położenie cząstek względem siebie
- w momencie zderzenia energia kinetyczna cząstek musi być wyższa od określonej energii minimalnej

12

7

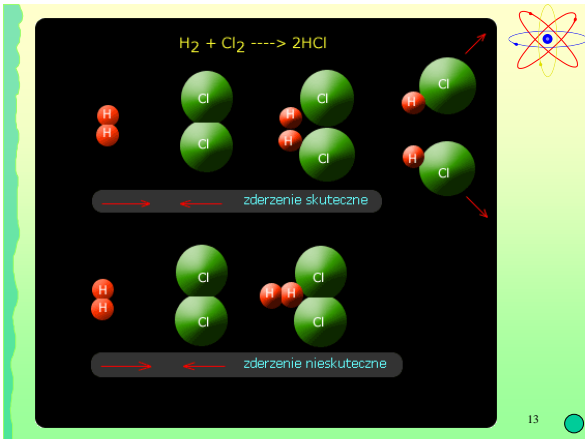
8

9

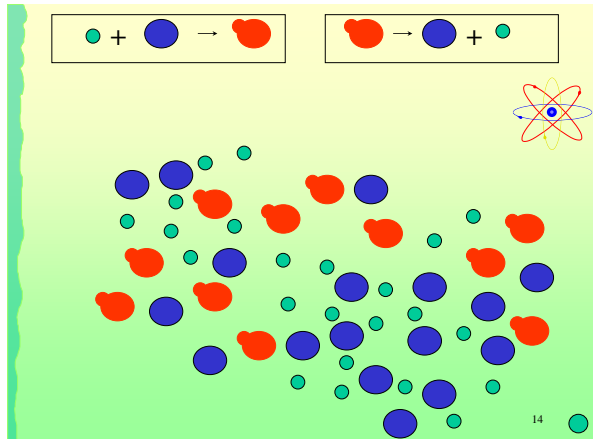
10

11

12



13



14

### wplyw temperatury

szybkość reakcji rośnie, ponieważ wzrasta ilość cząstek o energii większej od energii minimalnej koniecznej do zapoczątkowania zderzeń skutecznych między cząstkami i zasza przemiana chemiczna.

**energia minimalna - energia aktywacji**

energia aktywacji - najmniejsza ilość energii potrzebna do zapoczątkowania reakcji chemicznej

Temperatura  $T_2$  jest większa jak  $T_1$

15

1889 r Svante August Arrhenius sformułował zależność zmian stałej szybkości reakcji  $k$ , od zmiany temperatury

1859 – 1927  
szwedzki chemik

16

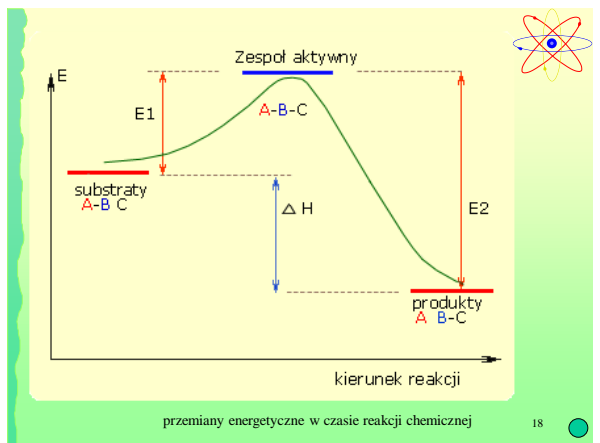
wplyw temperatury na stałą szybkości reakcji opisuje równanie Arrheniusa:

$$k = Ae^{\frac{-E_A}{RT}}$$

k - stała szybkości reakcji  
A - współczynnik  
 $E_A$  - energia aktywacji;  
R - stała gazowa  
T - temperatura w kelwinach  
e - liczba Eulera, podstawa logarytmu naturalnego

podwyższenie temperatury o 10°C podwaja w przybliżeniu szybkość reakcji

17

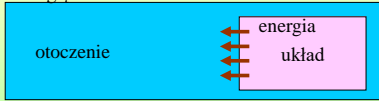


18

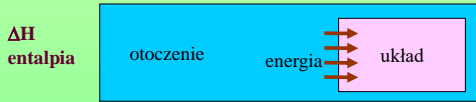
energia produktów - mniejsza od energii substratów reakcja **egzotermiczna** (wydzielanie ciepła)  $E_s > E_p$

energia produktów - większa od energii substratów reakcja **endotermiczna** (pochłanianie ciepła)  $E_s < E_p$

Reakcja egzotermiczna układ oddaje energię  $\Delta H < 0$



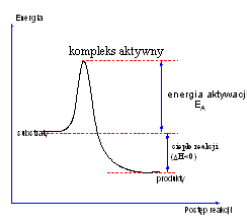
Reakcja endotermiczna układ pobiera ciepło  $\Delta H > 0$



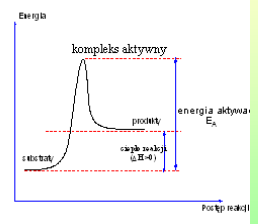
19



Reakcja egzotermiczna

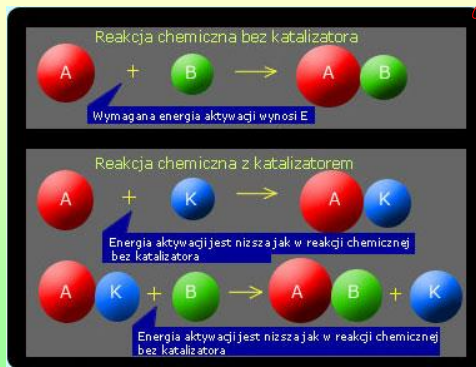


Reakcja endotermiczna



20

reakcja z katalizatorem



21

wpływ katalizatorów

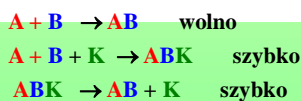
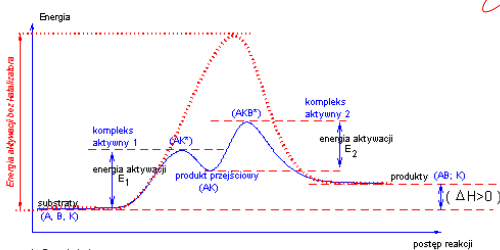
katalizator substancja, która bierze udział w etapach elementarnych reakcji ale nie wchodzi w skład produktów reakcji, a po jej zakończeniu masa jego pozostaje niezmienną zjawisko przyspieszenia reakcji chemicznej przez katalizator nosi nazwę **katalizy**

działanie katalizatorów obniżanie energii aktywacji na skutek zmiany mechanizmu reakcji.

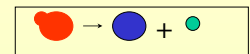
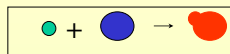
ilość katalizatora użyta w reakcji jest niewielka, a po reakcji można go odzyskać

22

REAKCJA KATALITYCZNA

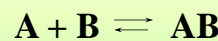


23

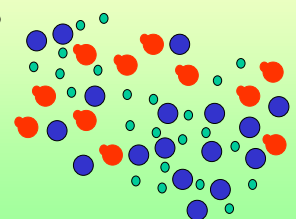


1)  $A + B \rightarrow AB$

2)  $AB \rightarrow A + B$

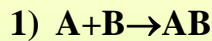


$$v = \pm \frac{dc}{dt}$$

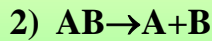


24





$$v_1 = k_1 c_A^n c_B^m$$



$$v_2 = k_2 c_{AB}^p$$

25

25

$\xrightarrow{\hspace{2cm}}$   
 $v_1 = k_1 c_A^n c_B^m$   
 $A+B \rightarrow AB$

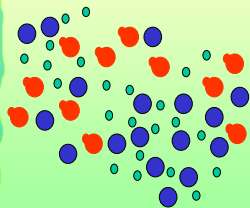
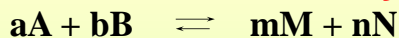
$\xleftarrow{\hspace{2cm}}$   
 $v_2 = k_2 c_{AB}^p$   
 $A+B \leftarrow AB$

$A + B \rightleftharpoons AB$   
 $v_2 = v_1$   
 $k_1 c_A^n c_B^m = k_2 c_{AB}^p$

$\frac{c_{AB}^p}{c_A^n c_B^m} = \frac{k_1}{k_2} = K_c$

26

26



$$\frac{c_M^m c_N^n}{c_A^a c_B^b} = K_c$$

27

27

### Prawo działania mas

W stanie równowagi chemicznej iloczyn stężeń produktów reakcji podniesionych do odpowiednich potęg, podzielony przez iloczyn stężeń substratów reakcji, także podniesionych do odpowiednich potęg, ma wartość stałą

$\frac{c_M^m c_N^n}{c_A^a c_B^b} = K_c$   
 $aA + bB \rightleftharpoons mM + nN$

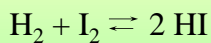
28

28



### Przykład

W naczyniu reakcyjnym do syntezy jodowodoru umieszczono 4 mole wodoru i 2 mole jodu. Stała równowagi reakcji syntezy jodowodoru  $K_c=50$ .  
Oblicz skład mieszaniny w stanie równowagi.



$$K_c = \frac{c_{HI}^2}{c_{H_2} c_{I_2}}$$

29

29

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$

W wyniku reakcji z jednego mola wodoru i jednego mola jodu powstają 2 mole HI.  
x – ilość reagującego  $H_2$  i  $I_2$

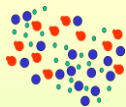
W stanie równowagi w naczyniu reakcyjnym będzie znajdować się 2x moli HI, (4-x) moli wodoru i (2-x) moli jodu

$50 = \frac{(2x)^2}{(4-x)(2-x)}$

$x_1 = 1,87$   
 $x_2 = 4,65$

30

30



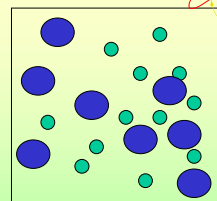
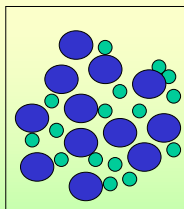
$$\frac{c_M^m c_N^n}{c_A^a c_B^b} = K_c$$



W równaniach kinetycznych oraz w równaniach na stałą równowagi chemicznej ścisły obraz odzwierciedlają zależności, w których zamiast stężeń wstawia się odpowiednie aktywności.

31

31



$$a = f \cdot c$$

f – współczynnik aktywności  
(od 0 do 1)

32

32



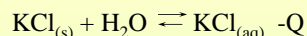
Reakcjom chemicznym towarzyszą często efekty energetyczne lub/i zmiany objętości (ciśnienia) układu.

33

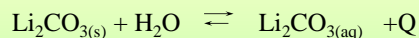
33



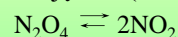
reakcja endotermiczna:



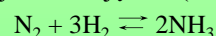
reakcja egzotermiczna:



wzrost objętości (ciśnienia)



zmniejszenie objętości (ciśnienia)



34

34

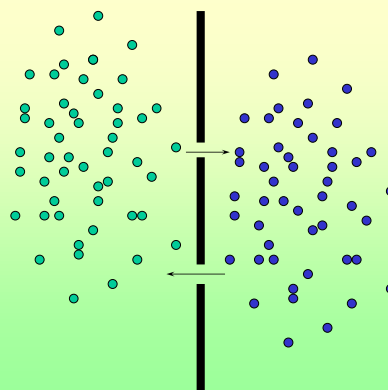
## Reguła Le Chateliera-Brauna (przekory)



Jeżeli układ będący w stanie równowagi poddamy działaniu zewnętrznemu, to w układzie tym nastąpią zmiany zmierzające do osłabienia skutków tego działania


35

35



36

36

Reakcja endotermiczna: 

$T \uparrow \quad s \uparrow \quad \text{KCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{KCl}_{(aq)} - Q$   
 $\rightarrow$

Reakcja egzotermiczna:

$T \uparrow \quad s \downarrow \quad \text{Li}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Li}_2\text{CO}_{3(aq)} + Q$   
 $\leftarrow$

Reakcja z wzrostem objętości (ciśnienia):

$p \uparrow \quad \text{NO}_2 \downarrow \quad \text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$   
 $\leftarrow$

Reakcja ze zmniejszeniem objętości (ciśnienia):

$p \uparrow \quad \text{NH}_3 \uparrow \quad \text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$   
 $\rightarrow$

37 