

REAKCJE CHEMICZNE



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

1

reakcja chemiczna

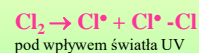
to każdy proces w wyniku którego następuje zrywanie i/lub powstawanie nowych wiązań chemicznych

reakcje proste i złożone



reakcja prosta,

to prosty akt zerwania lub powstania jednego wiązania chemicznego



reakcje złożone,

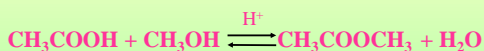
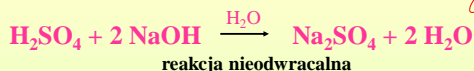
w których dochodzi jednocześnie do rozpadu jednych wiązań i powstania drugih

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

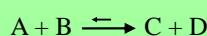
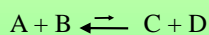
2

1

2



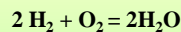
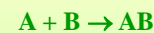
reakcja równowagowa



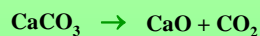
3

syntezy

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



Substraty A + B	Kierunek reakcji	Produkty AB
CaO + CO ₂	→	CaCO ₃
N ₂ O ₅ + H ₂ O	→	2HNO ₃



4

3

4

analizy

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

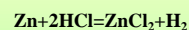


Substraty AB	Kierunek reakcji	Produkty A + B
MgCO ₃	→	MgO + CO ₂
2Ca(NO ₃) ₂	→	2CaO + 4NO ₂ + O ₂

5

wymiany

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



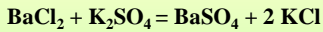
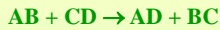
Substraty A + BC	Kierunek reakcji	Produkty AC + B
Fe + 2HCl	→	FeCl ₂ + H ₂
2K + H ₂ O	→	2KOH + 1/2 H ₂

6

5

6

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



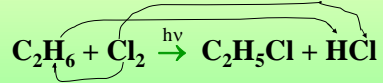
Substraty AB + CD	Kierunek reakcji	Produkty AD + BC
$CaSO_4 + Na_2CO_3$	\rightarrow	$CaCO_3 + Na_2SO_4$
$H_2SO_4 + Ca(OH)_2$	\rightarrow	$CaSO_4 + 2H_2O$



7

substytucji

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

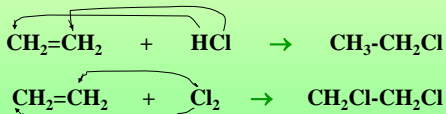


8

addycji

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

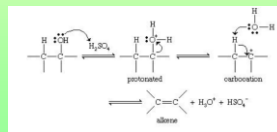
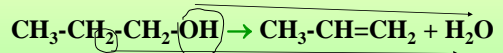
reakcja przyłączenia - (przyłączenie, addycja), reakcja syntezy polegająca na łączeniu się dwóch cząsteczek organicznych w jedną, zachodząca ze zmniejszeniem krotności wiązania wielokrotnego



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

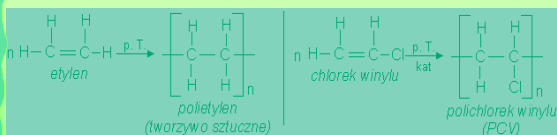


10

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

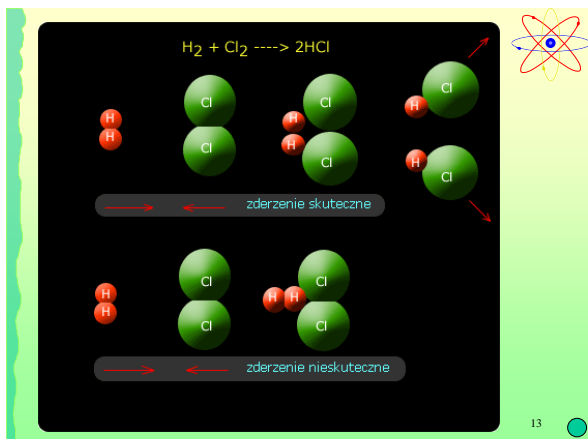
proces podczas którego powstają nowe substancje, nazywamy **przemianą chemiczną** przebieg przemiany chemicznej jest opisany równaniem chemicznym sam proces nazywany jest **reakcją chemiczną**

aby reakcja chemiczna była możliwa konieczna jest:

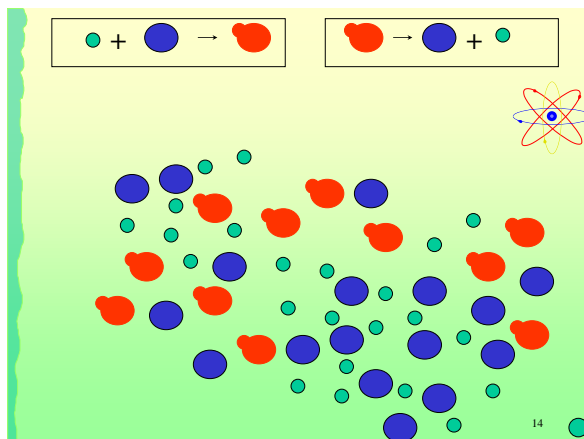
- obecność cząstek substratów
- musi dochodzić do zderzeń między cząstkami
- w momencie zderzenia musi zaistnieć korzystne przestrzenne położenie cząstek względem siebie
- w momencie zderzenia energia kinetyczna cząstek musi być wyższa od określonej energii minimalnej



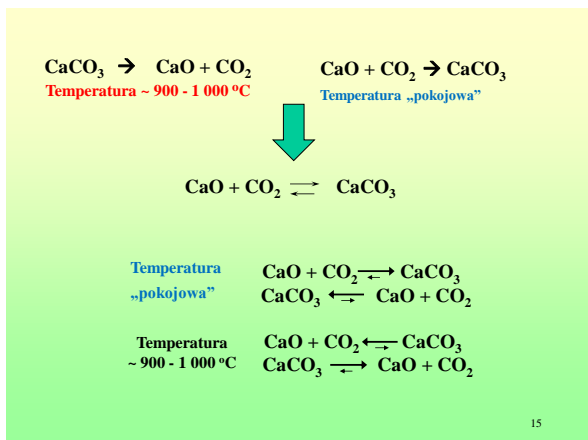
12



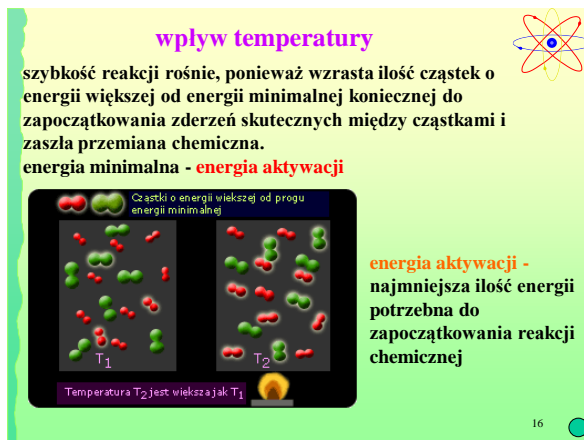
13



14



15



16

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

1859 – 1927
szwedzki chemik

17

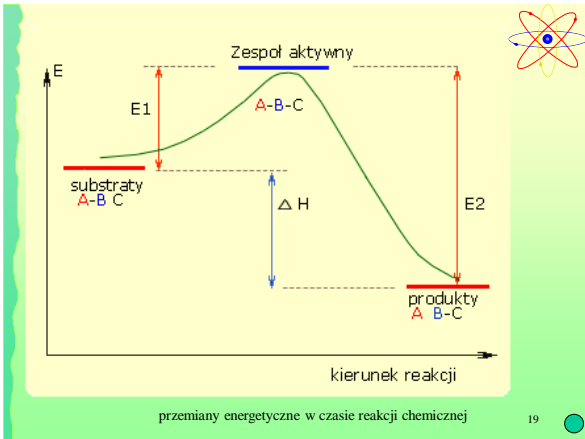
wpływ temperatury na stałą szybkości reakcji opisuje równanie Arrheniusa:

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

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

18



19

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 $\Delta H < 0$

otoczenie energia

układ

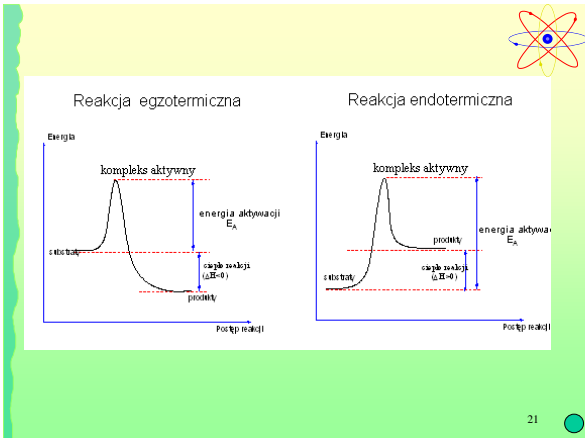
Reakcja endotermiczna
układ pobiera ciepło $\Delta H > 0$

otoczenie energia

układ

ΔH entalpia

20



21

reakcja z katalizatorem

Reakcja chemiczna bez katalizatora

A + B → A + B

Wymagana energia aktywacji wynosi E

Reakcja chemiczna z katalizatorem

A + K → A + K

Energia aktywacji jest niższa jak w reakcji chemicznej bez katalizatora

A + K + B → A + B + K

Energia aktywacji jest niższa jak w reakcji chemicznej bez katalizatora

22

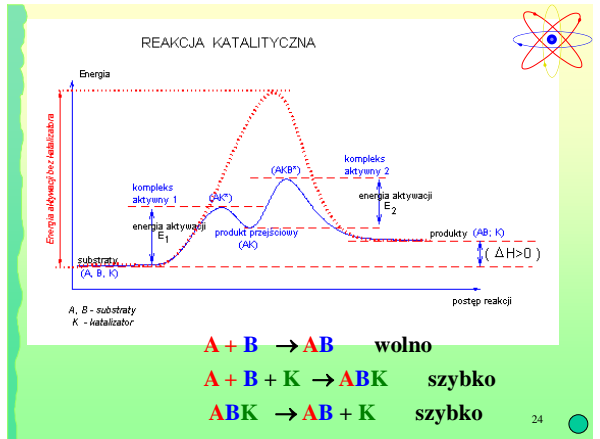
wpływ katalizatorów

katalizator substancja, która bierze udział w etapach elementarnych reakcji ale nie wchodzi w skład produktów reakcji, a po jej zakończeniu masa jego pozostaje niezmienniona 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

23



24

1) $A+B \rightarrow AB$ 2) $AB \rightarrow A+B$

$A + B \rightleftharpoons AB$

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

25

1) $A+B \rightarrow AB$

$v_1 = k_1 c_A^n c_B^m$

2) $AB \rightarrow A+B$

$v_2 = k_2 c_{AB}^p$

26

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

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

$A + B \rightleftharpoons AB$

$v_2 = v_1$

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

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

27

$aA + bB \rightleftharpoons mM + nN$

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

28

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

$aA + bB \rightleftharpoons mM + nN$

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

29

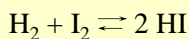
Przykład

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.

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$

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

30



W wyniku reakcji z jednego mola wodoru i jednego mola jodu powstają 2 mole HI.

x – ilość reagującego H_2 i I_2

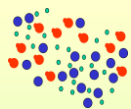
W stanie równowagi w naczyniu reakcyjnym będzie znajdować się $2x$ moli HI, $(4-x)$ moli wodoru i $(2-x)$ moli jodu

$$50 = \frac{(2x)^2}{(4-x)(2-x)} \quad x_1 = 1,87$$

$$x_2 = 4,65_{31}$$



31

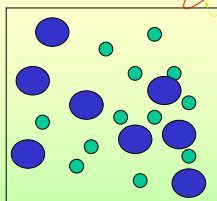
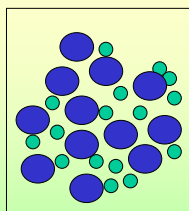


$$\frac{c_M^m c_N^n}{c_A^a c_B^b} = K_c$$



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

32



$$a = f \cdot c$$

f – współczynnik aktywności (od 0 do 1)

33

33

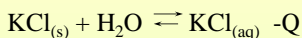
Reakcjom chemicznym towarzyszą często efekty energetyczne lub/i zmiany objętości (ciśnienia) układu.



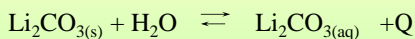
34

34

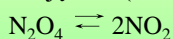
reakcja endotermiczna:



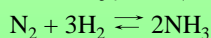
reakcja egzotermiczna:



wzrost objętości (ciśnienia)



zmniejszenie objętości (ciśnienia)



35

35

W związku z przewidywaną moją nieobecnością w dniach 11 V – 1 VI proszę o zaproponowanie terminów, na które mogłyby być przełożone wykłady z Chemii zaplanowane na dni 15, 22 i 29 V. Terminy te powinny zmieścić się w okresie od 18 IV do 10 V (lub po 5 VI) i nie mogą kolidować z żadnymi, ani Państwa ani moimi, zajęciami. Proszę o wcześniejsze przekazanie propozycji, tak aby na wykładzie w dniu 17 IV można było uzgodnić terminy.

Katedra Inżynierii Środowiska		Zajęcia w semestrze letnim 2022/23	
Wydział Inżynierii Środowiska		Prowadzący: dr inż. Jacek Maser (12)	
Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie		Czas: 15:00-16:00, 17:00-18:00, 19:00-20:00, 21:00-22:00	
Kierunek: Inżynieria Środowiska		Czas: 15:00-16:00, 17:00-18:00, 19:00-20:00, 21:00-22:00	
Grupa: 1501		Czas: 15:00-16:00, 17:00-18:00, 19:00-20:00, 21:00-22:00	
Trzyniec	18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
Poniedziałek	6 202 19 202 20 202 21 202 22 202 23 202 24 202 25 202 26 202 27 202 28 202 29 202 30 202 31 202	6 202 19 202 20 202 21 202 22 202 23 202 24 202 25 202 26 202 27 202 28 202 29 202 30 202 31 202	6 202 19 202 20 202 21 202 22 202 23 202 24 202 25 202 26 202 27 202 28 202 29 202 30 202 31 202
Wtorek	7 202 14 202 21 202 28 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202 7 202 14 202 21 202 28 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202	7 202 14 202 21 202 28 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202 7 202 14 202 21 202 28 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202	7 202 14 202 21 202 28 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202 7 202 14 202 21 202 28 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202
Środa	8 202 15 202 22 202 29 202 5 202 12 202 19 202 26 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202 6 202 13 202 20 202 27 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202	8 202 15 202 22 202 29 202 5 202 12 202 19 202 26 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202 6 202 13 202 20 202 27 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202	8 202 15 202 22 202 29 202 5 202 12 202 19 202 26 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202 6 202 13 202 20 202 27 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202
Czwartek	9 202 16 202 23 202 30 202 6 202 13 202 20 202 27 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202 10 202 17 202 24 202 31 202 1 202 8 202 15 202 22 202 29 202 5 202 12 202 19 202 26 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202	9 202 16 202 23 202 30 202 6 202 13 202 20 202 27 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202 10 202 17 202 24 202 31 202 1 202 8 202 15 202 22 202 29 202 5 202 12 202 19 202 26 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202	9 202 16 202 23 202 30 202 6 202 13 202 20 202 27 202 4 202 11 202 18 202 25 202 31 202 10 202 17 202 24 202 31 202 1 202 8 202 15 202 22 202 29 202 5 202 12 202 19 202 26 202 3 202 10 202 17 202 24 202 31 202

15 V → 26 V
14:00
22 V → 29 V
29 V → 11 V

Moje zajęcia w Pątki – 10-13

36

36

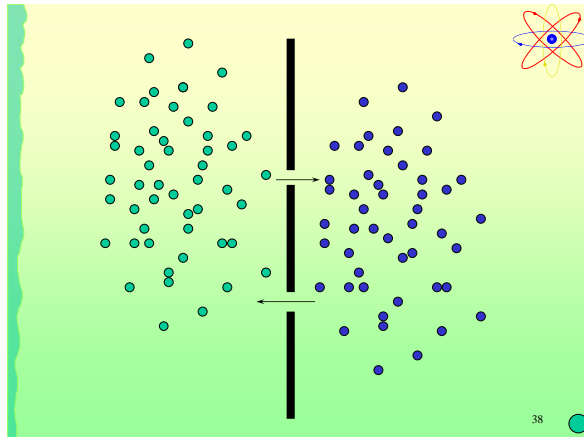
Reguła Le Chateliera-Brauna (przekory)



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

37

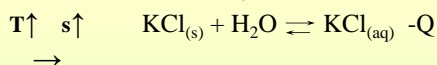
37



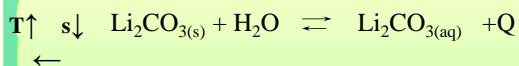
38

38

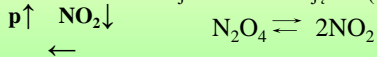
Reakcja endotermiczna:



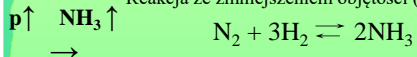
Reakcja egzotermiczna:



Reakcja z wzrostem objętości (ciśnienia):



Reakcja ze zmniejszeniem objętości (ciśnienia):



39

39