

**CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA
SZYBKOŚĆ REAKCJI
CHEMICZNYCH.
ILOŚCIOWE ZBADANIE
SZYBKOŚCI ROZPADU
NADTLENKU WODORU.**

Projekt zrealizowany w ramach Mazowieckiego programu stypendialnego dla uczniów szczególnie uzdolnionych - najlepsza inwestycja w człowieka w roku szkolnym 2018/2019 i współfinansowany ze środków EFS i środków publicznych w ramach RPOWM na lata 2014-2020.

Kacper Piekarski

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA SZYBKOŚĆ REAKCJI CHEMICZNYCH

STĘŻENIA REAGENTÓW

- ΔC - zmiana stężenia molowego produktu lub substratu
- V - szybkość reakcji w danej chwili
- Δt - przedział czasu

$$V = k \cdot (A)^x \cdot (B)^y$$

- Zależność chwilowej szybkości od stężeń reagentów opisuje równanie kinetyczne, gdzie:
- k - stała szybkości reakcji
- $(A), (B)$ - stężenia substratów
- x, y - wykładnik potęgi, do której trzeba podnieść stężenie, odpowiednio (A) i (B) .

$$V = - \frac{\Delta C_{\text{substrat}}}{\Delta t}$$

$$V = \frac{\Delta C_{\text{produkt}}}{\Delta t}$$

$$\Delta C = C_{\text{końcowe}} - C_{\text{początkowe}}$$

TEMPERATURA

- Wzrost temperatury zwiększa szybkość reakcji (reguła van't Hoffa)
- Reguła van't Hoffa – reguła wyrażająca zmianę szybkości reakcji w zależności od temperatury. Według tej reguły wzrost temperatury o 10 K powoduje 2–4-krotny wzrost szybkości reakcji. Reguła van't Hoffa jest spełniona dla reakcji homogenicznych, w temperaturze do 500 °C.
- Z regułą van't Hoffa wiąże się temperaturowy współczynnik szybkości reakcji (TWSR), oznaczany symbolem γ .
- Stosunek szybkości reakcji chemicznej po zmianie temperatury do szybkości tej samej reakcji przed ową zmianą temperatury (zarówno wzrostem, jak i spadkiem) wyraża następujące równanie:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{t_1}{t_2} = \gamma^{\Delta T/10}$$

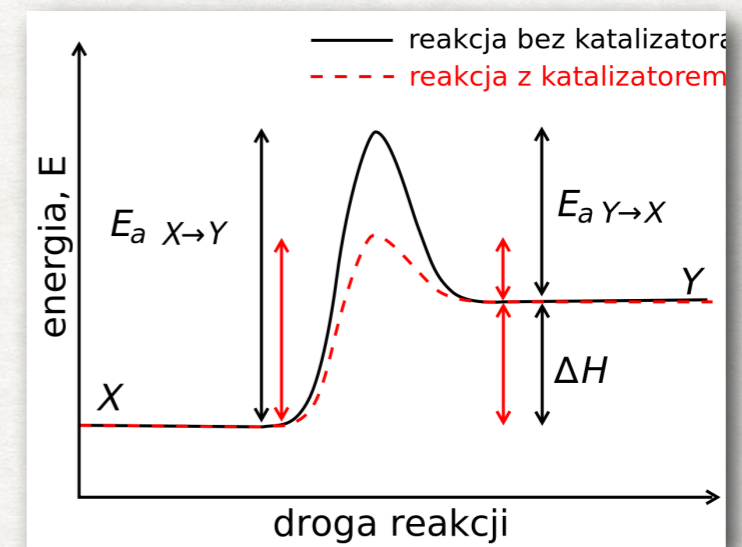
gdzie: v_1 - szybkość reakcji trwającej t_1 minut, zachodzącej w temperaturze T_1 ,
 v_2 - szybkość reakcji trwającej t_2 minut, zachodzącej w temperaturze T_2 ,
 $\Delta T = T_2 - T_1$,
 γ - czynnik temperaturowy ($\gamma = 2, 3$ lub 4).

ODPOWIEDNI ROZPUSZCZALNIK

- Rozpuszczalniki polarne ułatwiają reakcje pomiędzy związkami polarnymi, natomiast rozpuszczalniki niepolarne stosuje się do zwiększenia szybkości reakcji związków niepolarnych- zasada znana już od średniowiecza- podobne rozpuszcza podobne.
- Dipol-cząsteczka w której występuje biegun dodatni i ujemny.
- Rozpuszczalnik polarny to taki który ma znaczny elektryczny moment dipolowy.
- Rozpuszczalnik niepolarny to taki który ma zerowy bądź bardzo mały moment dipolowy.

KATALIZATOR LUB INHIBITOR

- Katalizator jest substancją zwiększającą szybkość reakcji zaś inhibitor – obniżającą. Katalizatory i inhibitory dzielą się na:
 - homogeniczne – występujące w tej samej fazie co substraty, np. kwas siarkowy (VI)
 - heterogeniczne – stanowiące odrębną fazę, np. platyna.
- Katalizator – substancja chemiczna, która dodana do układu powoduje zmianę ścieżki kinetycznej reakcji chemicznej, na taką, która ma niższą energię aktywacji, czego efektem jest wzrost szybkości reakcji chemicznej. W trakcie procesów z udziałem katalizatora reakcja chemiczna przebiega drogą o energii mniejszej w stosunku do reakcji bez udziału katalizatora. Dzieje się tak, ponieważ w trakcie reakcji powstaje dodatkowy kompleks przejściowy katalizator-substrat, który ulega reakcji w wyniku dostarczenia mniejszej ilości energii niż dla reakcji bez udziału katalizatora.
- Reakcja bez katalizatora:
 - $A + B \rightarrow AB$
 - Reakcja z katalizatorem:
 - $A + K \rightarrow AK$ (produkt przejściowy)
 - $AK + B \rightarrow AB + K$ (produkt końcowy + odtworzony katalizator)
- Inhibitor – substancja chemiczna, która powoduje zmniejszenie szybkości reakcji chemicznej. Proces ten nazywa się inhibicją. Inhibitorem można nazwać zarówno substancję powodującą spowolnienie lub zatrzymanie reakcji niekatalizowanej, jak i substancję obniżającą aktywność katalizatora w reakcji katalizowanej. W przeciwieństwie do katalizatorów, inhibitory mogą ulegać zużyciu w trakcie reakcji.



ROZDROBNIENIE SKŁADNIKÓW, MIESZANIE UKŁADU

- Oba te czynniki wpływają na szybkość reakcji, gdyż powodują rozwinięcie powierzchni zetknięcia substancji reagujących

ILOŚCIOWE ZBADANIE
SZYBKOŚCI ROZPADU
NADTLENKU WODORU

ZACHODZĄCE REAKCJE

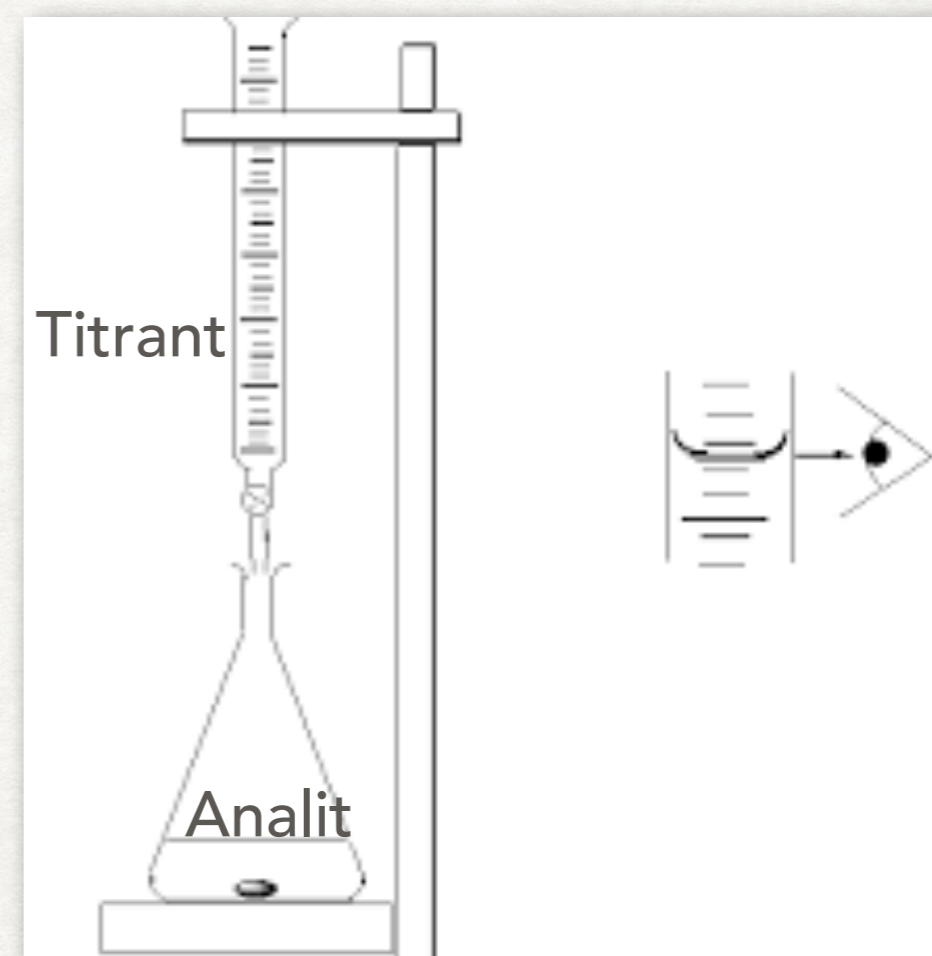
- $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2$ - rozkład dysproporcjonowany nadtlenku wodoru
- $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2\uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ - reakcja redoks nadmanganianu (VII) potasu i nadtlenku wodoru w środowisku kwaśnym
- $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}\uparrow + 3\text{O}_2\uparrow$ - reakcja manganianu (VII) potasu z nadtlenkiem wodoru w środowisku obojętnym

TECHNIKA BADANIA

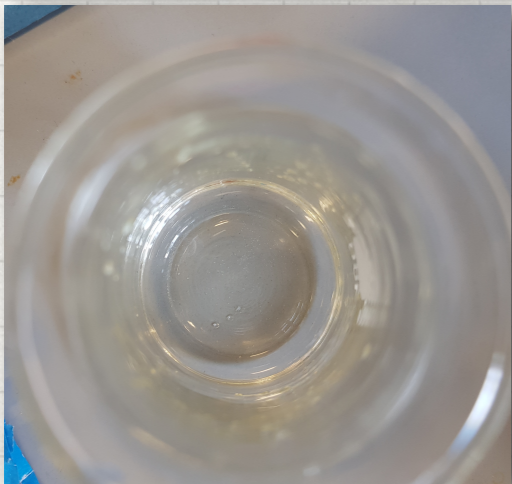
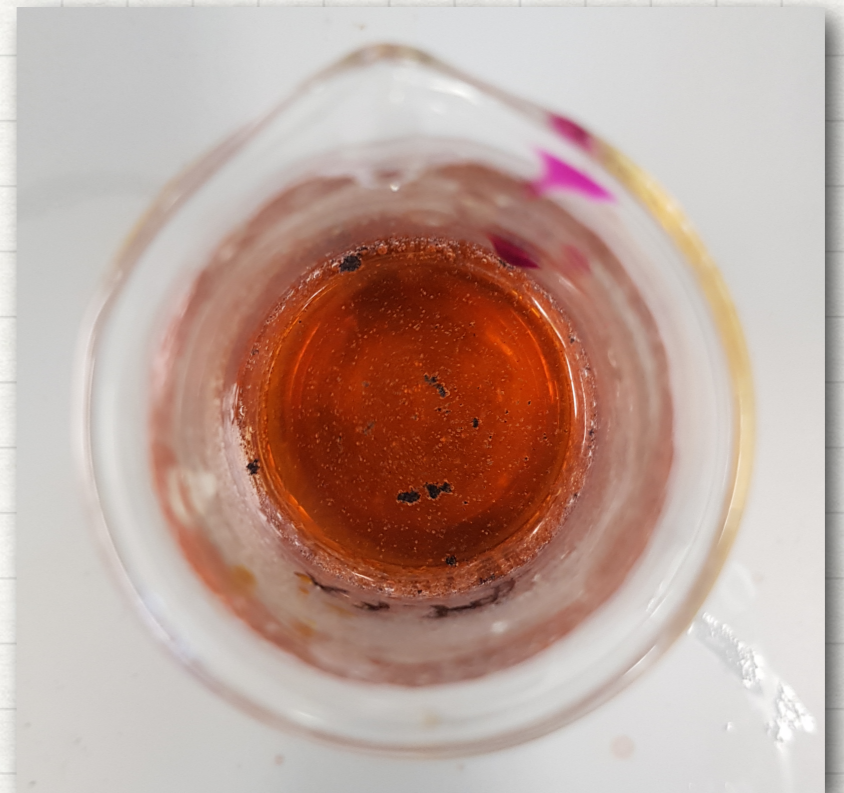
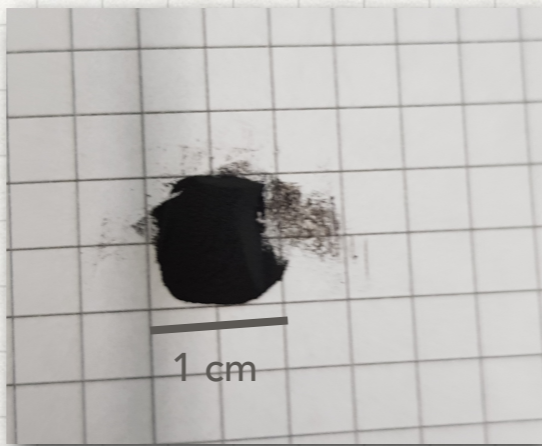
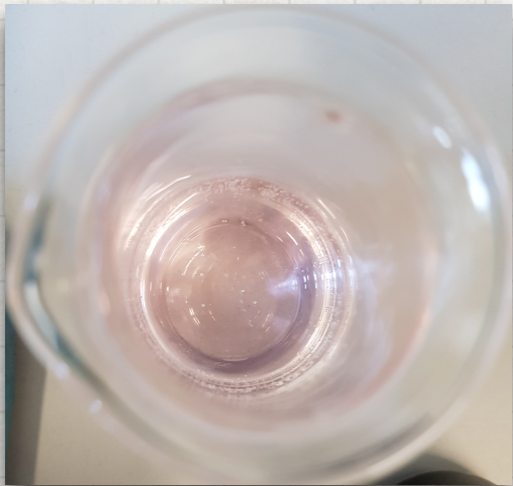
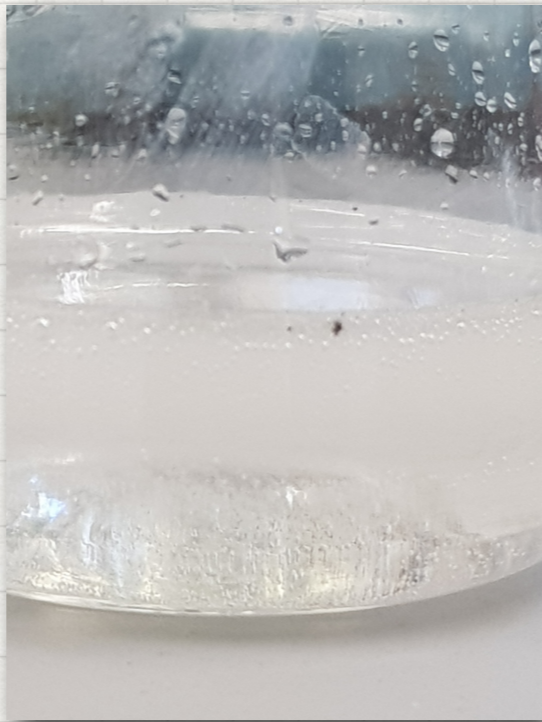
MIARECZKOWANIE MANGANOMETRYCZNE

- Technika analityczna polegająca na miareczkowaniu analizowanej substancji mianowanym roztworem nadmanganianu potasu jako utleniacza.
- W reakcji z analizowaną substancją jon nadmanganianowy MnO_4^- – redukuje się do jonu Mn^{2+} w środowisku kwaśnym, zaś w środowisku słabo kwaśnym do MnO_2 .
- Kwasem stosowanym w oznaczeniach manganometrycznych jest kwas siarkowy, ponieważ w warunkach prowadzenia reakcji nie ulega on utlenieniu.
- Nadmanganian potasu charakteryzuje się dwiema zaletami:
 - jest utleniaczem na tyle silnym, że może być stosowany do różnorodnych oznaczeń (m.in. szczawianów, zawartości nadtlenku wodoru)
 - odznacza się intensywnym fioletowym zabarwieniem, które znika w trakcie tworzenia bezbarwnych jonów Mn^{2+} , dlatego nie trzeba stosować dodatkowego wskaźnika punktu końcowego miareczkowania (gdy cały reduktor przereaguje z KMnO_4 to pod wpływem jednej kropli nadmiaru tego związku, roztwór zabarwia się na lekko różowo co sygnalizuje koniec miareczkowania).

- Titrant- w miareczkowaniu jest to roztwór dodawany z biurety w postaci kropeł do roztworu analizowanej substancji (analit). Titrant jest roztworem mianowanym związku chemicznego zdolnego do reakcji charakterystycznej analizowanego związku lub pierwiastka.
- Analit- analit w chemii analitycznej jest to składnik próbki, który podlega oznaczaniu. Analit może być składnikiem roztworu, mieszaniny gazów, czy składnikiem ciała stałego.



WYNIKI

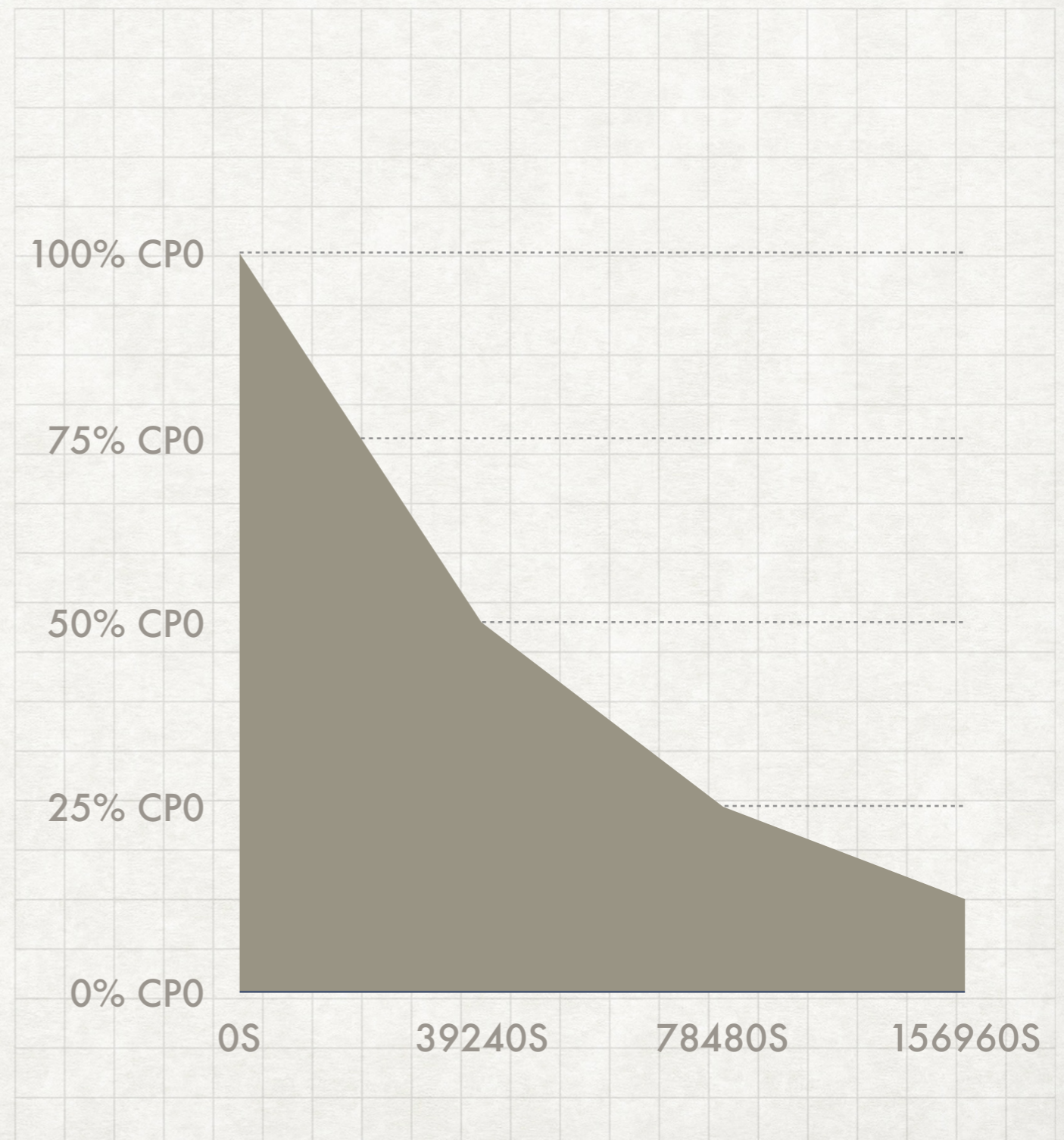


- Miareczkowanie zakwaszonego roztworu perhydrolu roztworem KMnO_4 o stężeniu 0,02 M

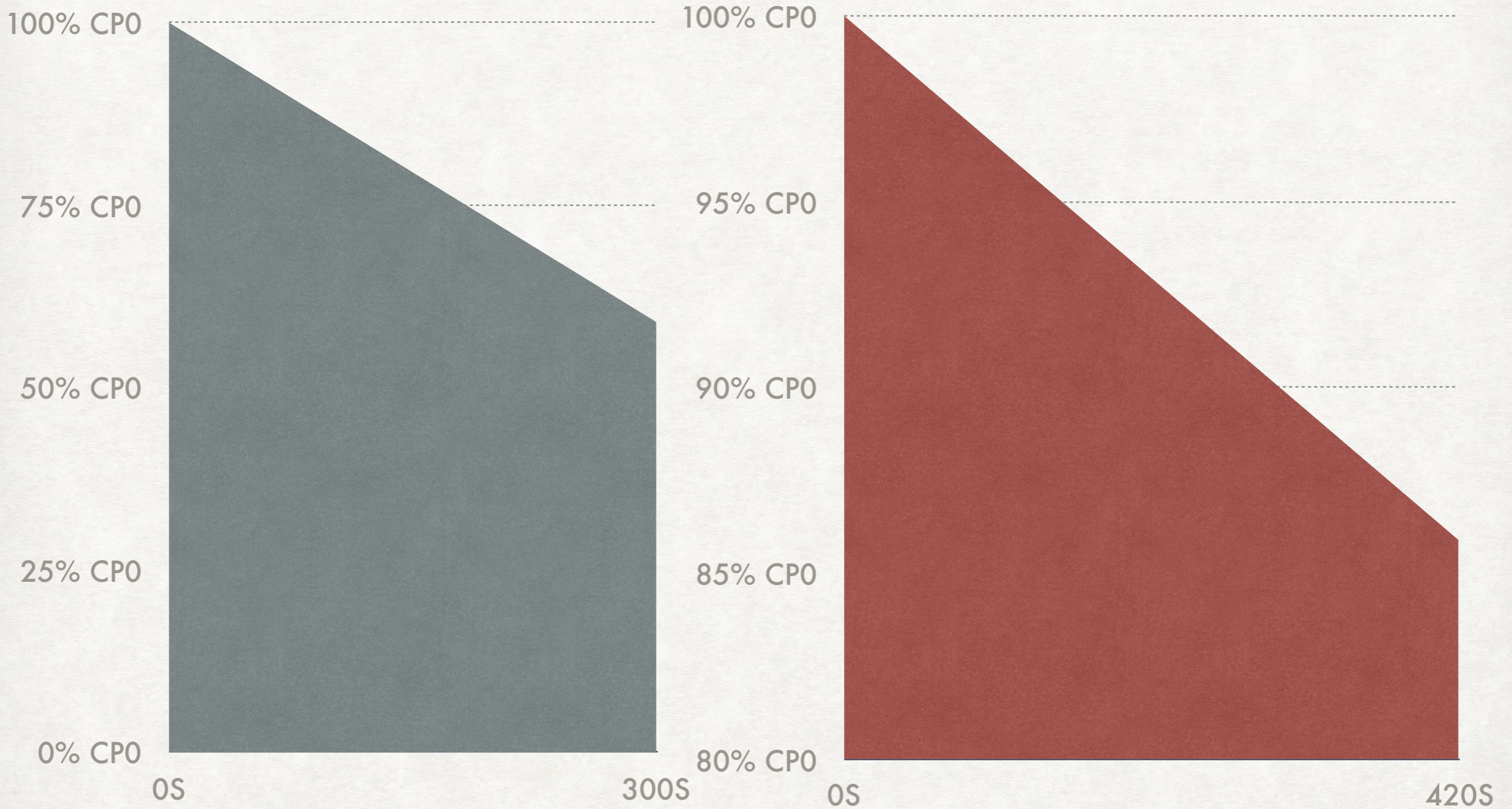
Stan H_2O_2	V KMnO_4
Świeżo przygotowany	39 cm^3
Po ok. 22 h	~10 cm^3
Z dodatkiem katalizatora- KI	33,5 cm^3
Z dodatkiem katalizatora- MnO_2	23 cm^3

AUTOROZKŁAD H_2O_2

- Czas półtrwania H_2O_2 to ok. 11 godzin.
- Krzywa maleje wykładniczo
- Jest to przykład reakcji 1. rzędu.



Stężenie H₂O₂ z katalizatorami



Czerwony- dodany katalizator (KI)
Niebieski- dodany katalizator (MnO₂)

- Z miareczkowania wynika, że szybkość reakcji nie zależy od czasu po dodaniu katalizatora, lecz od jego masy.
- Po dodaniu niewielkiej ilości MnO_2 stężenie zmieniło się o ok. 42% wartości początkowej.
- Po dodaniu większej ilości MnO_2 reakcja stała się niemożliwa do zmiareczkowania.

WYZNACZANIE STAŁEJ SZYBKOŚCI REAKCJI

- Stałą szybkości reakcji oblicza się ze wzoru $\Delta c/\Delta t$
- Δc - różnica stężeń
- Δt - różnica czasu
- Dla samorzutnego rozkładu: $0,5/39240 = \sim 0,000013\%/s$
- Z MnO_2 : $41,03/300 = \sim 0,13677\%/s$
- Z KI: $85,89/420 = \sim 0,2045\%/s$

BIBLIOGRAFIA

- http://www.naukowiec.org/wzory/chemia/szybkosc-reakcji_308.html
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Szybkość_reakcji_chemicznej
- <http://www.h2o2.com>
- <http://www2.chemia.uj.edu.pl/~kozyra/dydaktyka/warsztat/kinetyka.pdf>
- <http://materialy.wb.pb.edu.pl/mariolasamsonowicz/files/2012/12/Wykład-9-kinetyka-reakcji-chemicznych.pdf>
- <https://pl.wikipedia.org/wiki/Manganianometria>