

Jak za pomocą wykresów przedstawić kinetykę reakcji chemicznej?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak za pomocą wykresów przedstawić kinetykę reakcji chemicznej?

Szybkość a prędkość. Słowniki języka polskiego traktują te wyrażenia synonimicznie, lecz jako terminy fizyczne mają one osobne znaczenie.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Wszystkie reakcje chemiczne przebiegają z charakterystyczną dla siebie szybkością. Istnieją reakcje szybkie i wolne. Bardzo szybką jest m.in. reakcja neutralizacji między kwasami i zasadami lub reakcja strącania, prowadząca do otrzymania trudno rozpuszczalnych produktów. Do wolnych należy większość reakcji organicznych, w których wydzielanie produktu obserwuje się po określonym czasie, jak np. reakcja estryfikacji. Innym przykładem jest korozja miedzi, której efekty, w postaci warstwy patyny, można obserwować dopiero po kilkudziesięciu latach. Czy wiesz, jaki dział chemii zajmuje się badaniem szybkości oraz mechanizmów w reakcjach chemicznych? A może znasz czynniki charakteryzujące reakcję chemiczną?

Twoje cele

- Poznasz pojęcia związane z działem kinetyki chemicznej.
- Przeanalizujesz wykres zależności stężenia molowego substratu i produktu od czasu.
- Obliczysz stężenie substratu w trakcie trwania reakcji.
- Naszkicujesz wykresy, przedstawiające kinetykę reakcji chemicznej.

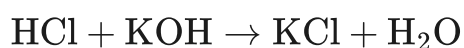
Przeczytaj

Kinetyka chemiczna to dział chemii fizycznej, analizujący szybkość reakcji chemicznych w różnych warunkach ciśnienia, temperatury oraz stężenia i natury reagentów. Dziedzina ta pozwala na poznanie [mechanizmu reakcji](#), szybkości poszczególnych etapów oraz [produktów pośrednich](#), które mogą pojawiać się na drodze od substratu do produktu. Do opisu procesów zachodzących w mieszaninie reakcyjnej służą równania matematyczne.

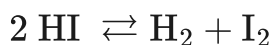
Do najważniejszych pojęć związanych z tą nauką należą:

- szybkość;
- cząsteczkowość;
- rząd;
- [stała szybkości](#);
- rozdrobnienie.

Reakcja chemiczna to przemiana jednego lub większej ilości **substratów** w jeden lub kilka różnych **produktów**. Niektóre reakcje przebiegają [nieodwracalnie](#), tzn. do wyczerpania substratu. Wówczas w równaniu stechiometrycznym reakcji stawia się strzałkę w jednym kierunku.



Natomiast w przypadku reakcji [odwracalnych](#) stosuje się dwie przeciwnie skierowane strzałki, podkreślając tym samym, że reakcja biegnie w dwóch kierunkach do momentu uzyskania stanu równowagi.

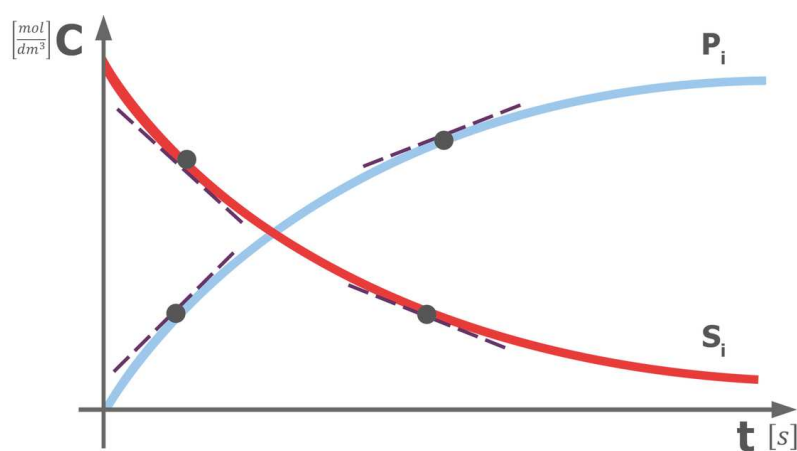


Szybkość reakcji

Każda reakcja chemiczna charakteryzuje się różną szybkością. O szybkości reakcji można wnioskować po ubytku ilości substratu bądź po przyroście ilości produktu. Dlatego też szybkość reakcji chemicznej wyraża się jako **zmianę stężenia molowego substratów lub produktów w jednostce czasu**. Co więcej, nie jest to wielkość stała, ponieważ zmienia się w czasie przebiegu reakcji. Największa jest na początku reakcji, a najmniejsza pod koniec.

$$v = -\frac{\Delta C_{\text{substratu}}}{\Delta t} \text{ lub } v = \frac{\Delta C_{\text{produktu}}}{\Delta t} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}} \right]$$

Zmiany te wizualnie można zaobserwować za pomocą krzywych kinetycznych, opisujących zmiany stężenia substratu i produktu w czasie.



Wykres zmian stężenia substratów oraz produktów w funkcji czasu.

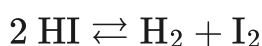
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Szybkość reakcji chemicznej uzależniona jest od rodzaju reakcji, jednak mogą na nią wpływać czynniki, takie jak:

- temperatura;
- stężenie reagentów;
- stosowane rozpuszczalniki;

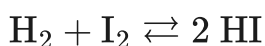
- zastosowanie [katalizatorów](#) bądź [inhibitorów](#).

Zwiększenie szybkości reakcji jest możliwe poprzez zastosowanie większej **temperatury**. Z własnego doświadczenia wiesz, jak sól rozpuszcza się w zimnej lub gorącej wodzie i jak jej rozdrobnienie zwiększa szybkość rozpuszczania. Innym przykładem obrazującym tę zależność jest reakcja zachodząca między magnezem a kwasem solnym. W jej trakcie obserwuje się wydzielanie pęcherzyków wodoru. Szybkość tej reakcji rośnie po podgrzaniu i/lub przy zastosowaniu rozdrobnionego magnezu.



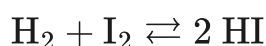
Ponadto na szybkość reakcji wpływa zastosowanie **katalizatorów** lub **inhibitorów**, które nie ulegają zużyciu w czasie jej przebiegu. Wyróżniamy katalizatory/inhibitory homogeniczne, czyli będące w takiej samej fazie, co substraty, oraz heterogeniczne, będące w innej fazie niż substraty.

Jeżeli mamy do czynienia z reakcją przebiegającą w jednym etapie od substratów do produktów, to jest to **reakcja elementarna**. Aby określić **cząsteczkowość reakcji**, należy zastanowić się, ile cząsteczek substratu (atomów, cząsteczek, jonów lub rodników) bierze udział w danej reakcji elementarnej. Reakcja, w której zaangażowany jest jeden substrat, nazywana jest jednocząsteczkową i podobnie – reakcje z dwoma substratami, to reakcje dwucząsteczkowe, z trzema, to trójcząsteczkowe. Przykładem dwucząsteczkowej reakcji elementarnej jednoetapowej jest synteza jodowodoru.



Należy jednak pamiętać, że większość reakcji ma skomplikowane mechanizmy i zachodzi na drodze kilku etapów. Są to m.in. **reakcje katalityczne, enzymatyczne** oraz **łańcuchowe**.

Badania reakcji chemicznych wykazały, że ich szybkość jest **wprost proporcjonalna** do iloczynu stężeń molowych substratów, ponieważ od ilości substratów zależy prawdopodobieństwo zderzeń poszczególnych cząsteczek, w celu utworzenia oczekiwanego produktu. Wykładniki potęg poszczególnych stężeń molowych substratów określają cząstkowy rząd reakcji chemicznej (względem danego substratu), a ich suma całkowity rząd reakcji chemicznej.



Dla powyższej reakcji chemicznej [równanie kinetyczne](#) na szybkość reakcji chemicznej to:

$$v = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2],$$

gdzie k – stała szybkości reakcji.

Wartość k wyznacza się doświadczalnie – stała szybkości reakcji zależy od rodzaju reakcji i temperatury, a nie zależy od stężenia reagentów.

Z równania tego wynika, że rząd reakcji wynosi 2 (1 + 1, suma wykładników potęg poszczególnych substratów, ponieważ współczynniki stechiometryczne wynoszą 1 dla H_2 oraz 1 dla I_2). Równania kinetyczne dla reakcji złożonych, składających się z kilku etapów, ustala się doświadczalnie i często nie odzwierciedlają one równania stechiometrycznego reakcji. Wówczas rzędowość reakcji nie musi być wartością całkowitą, jak w przypadku prostych reakcji.

Do przeanalizowania kinetyki reakcji chemicznej na wykresie konieczne jest poznanie zależności dla: reakcji **zerowego rzędu**, reakcji **I rzędu** oraz reakcji **II rzędu**.

Reakcje zerowego rzędu

Reakcjami zerowego rzędu są te, których **szybkość nie jest uzależniona od stężenia substratów**. Są to, np. reakcje fotochemiczne, ich szybkość zależy od natężenia

padającego promieniowania. Dla takich reakcji równanie kinetyczne wygląda następująco:

$$C - C_0 = -k \cdot t,$$

gdzie:

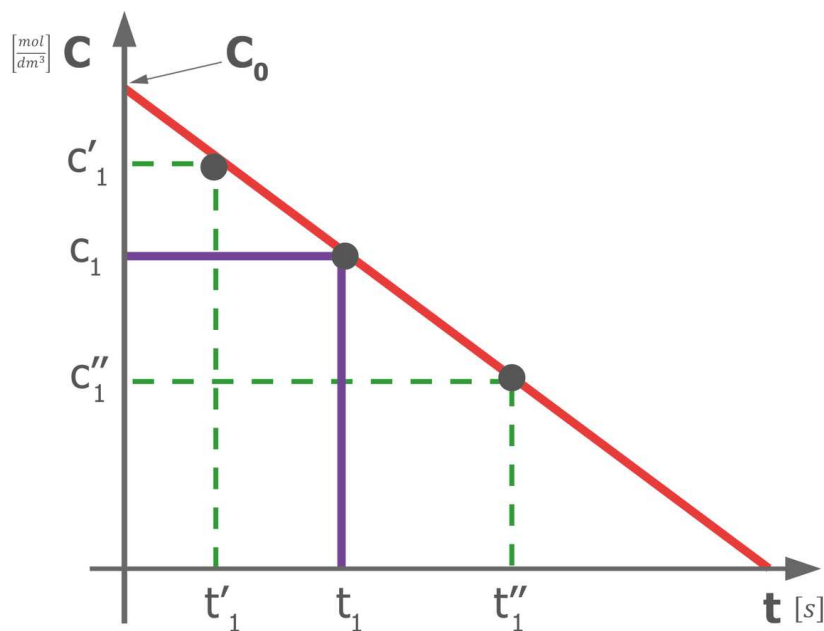
C – stężenie molowe substratu pozostałe po t ;

C_0 – początkowe stężenie molowe substratu;

k – stała szybkości reakcji;

t – czas przebiegu reakcji.

Z powyższego równania reakcji wynika, że reakcja zerowego rzędu ma **liniowy** ubytek stężenia substratu (lub liniowy przyrost stężenia produktu) w czasie reakcji. Wykres tej zależności wygląda tak, jak poniżej.



Liniowa zależność zmiany stężenia substratu w czasie dla reakcji zerowego rzędu

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcje I rzędu

Reakcjami I rzędu są reakcje, dla których rząd reakcji wynosi 1. Dla takich reakcji równanie kinetyczne ma postać:

$$\ln \frac{C_0}{C} = k \cdot t \text{ lub } C = C_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

gdzie:

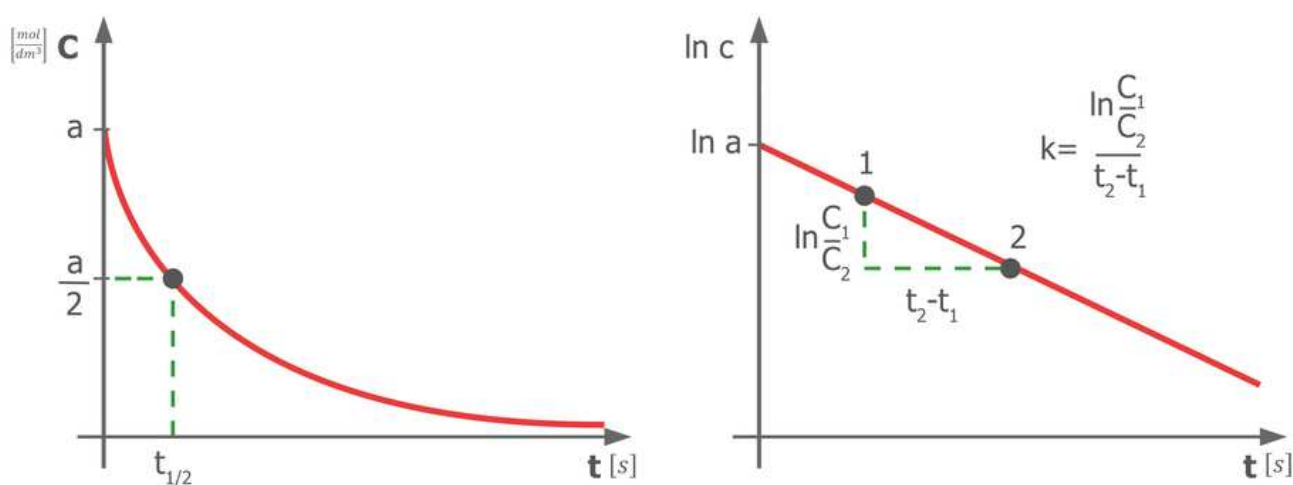
C – stężenie molowe substratu pozostałe po czasie t $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right]$;

C_0 – początkowe stężenie molowe substratu $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right]$;

k – stała szybkości $[\text{czas}^{-1}]$;

t – czas przebiegu reakcji [s];

\ln – logarytm naturalny o podstawie e (liczba Eulera), gdzie $e = 2,718281828\dots$



Wykresy przedstawiające kinetyczne zależności dla reakcji I rzędu

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Powyższe wyrażenie można również zapisać jako zależność masy (m_0 i m), liczby moli (n_0 i n) lub liczby cząsteczek (N_0 i N). Wówczas:

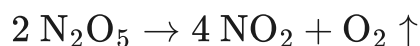
$$\ln \frac{m_0}{m} = k \cdot t \text{ lub } m = m_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

$$\ln \frac{n_0}{n} = k \cdot t \text{ lub } n = n_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

$$\ln \frac{N_0}{N} = k \cdot t \text{ lub } N = N_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

Polecenie 1

Dla poniższej reakcji stała szybkości wynosi $4,3 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$.



Uzupełnij tabelę i stwórz wykres zależności stężenia molowego substratu w czasie oraz wykres zależności chwilowych szybkości reakcji w czasie. Stężenie początkowe substratu wynosiło $1,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Reakcje II rzędu

Reakcjami II rzędu są reakcje, dla których rząd reakcji wynosi 2. Dla takich reakcji równanie kinetyczne ma postać:

$$\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = k \cdot t$$

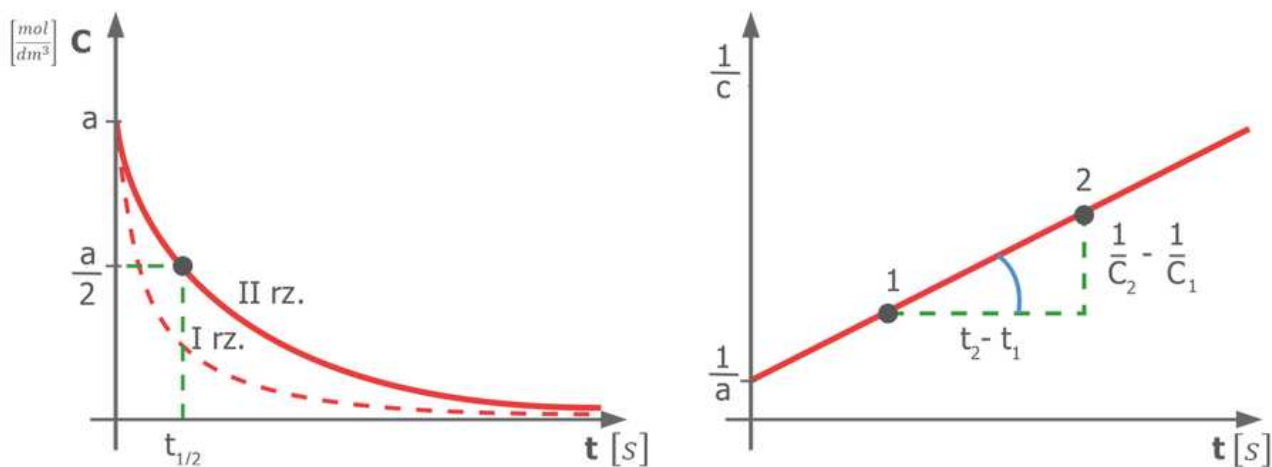
gdzie:

C – stężenie molowe substratu pozostałe po czasie $t \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$;

C_0 – początkowe stężenie molowe substratu $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$;

k – stała szybkości $[\text{czas}^{-1}]$;

t – czas przebiegu reakcji $[\text{s}]$.



Wykresy przedstawiające kinetyczne zależności dla reakcji II rzędu

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

stała szybkości

jest współczynnikiem proporcjonalności w równaniu kinetycznym, wyznaczonym doświadczalnie, charakterystycznym dla danej reakcji chemicznej, który zależy od temperatury i katalizatora, ale nie zależy od stężenia reagentów

mechanizm reakcji

opis dokładnego przebiegu reakcji chemicznej, wskazujący na produkty pośrednie powstające w trakcie reakcji

produkt pośredni

każde indywiduum chemiczne występujące w złożonych reakcjach chemicznych, powstałe z substratów lub innych produktów pośrednich

reakcja nieodwracalna

reakcja przebiegająca tylko w jednym kierunku

reakcja odwracalna

reakcja, która przebiega w obu kierunkach w celu osiągnięcia stanu równowagi

katalizator

(gr. *katalysis* „rozkład”) substancja chemiczna, której dodatek do reakcji powoduje przyspieszenie reakcji chemicznej; po zakończeniu reakcji jest w całości odzyskiwana

inhibitor

(łac. *inhibitio* „powstrzymanie”) substancja chemiczna, której dodatek do reakcji powoduje spowolnienie lub zatrzymanie reakcji chemicznej; po zakończeniu reakcji jest w całości odzyskiwana

równanie kinetyczne

zależność szybkości reakcji chemicznej od stężenia reagentów i temperatury

Bibliografia

Bełtowska-Brzezinska M., *Podstawy kinetyki chemicznej. Skrypt do wykładów*, Poznań 2009.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1994.

Encyklopedia PWN

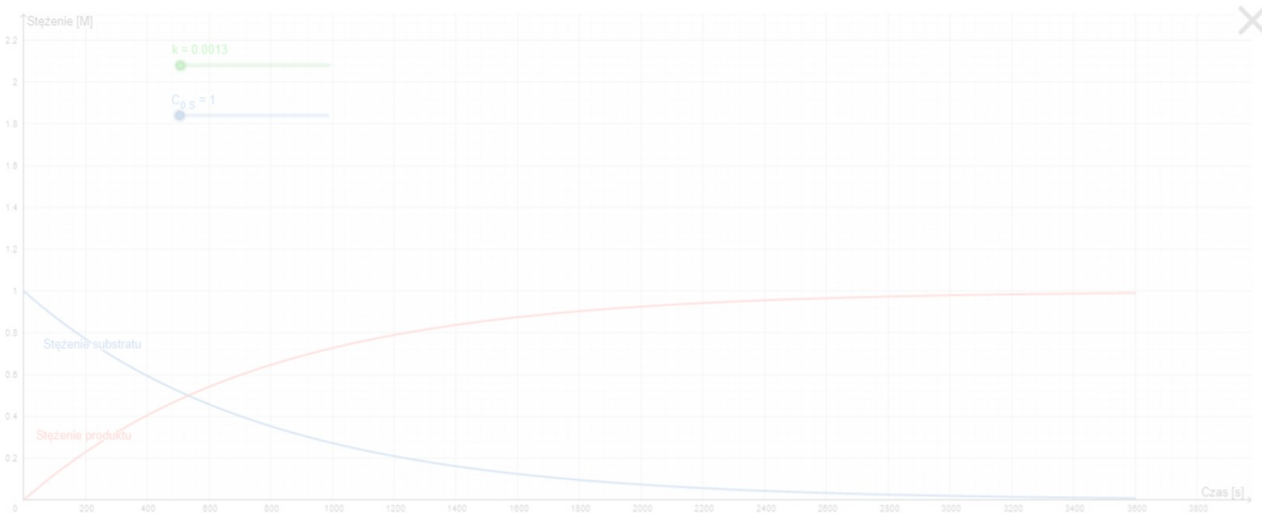
Hejwowska S., Marcinkowski R., *Chemia ogólna i nieorganiczna*, Gdynia 2005.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Przeanalizuj poniższe wykresy dotyczące zmian stężenia substratu i produktu w funkcji czasu oraz zmian szybkości reakcji w funkcji czasu, a następnie odpowiedz na poniższe pytania.

Wykresy umożliwiają zmianę wartości początkowego stężenia substratu ($C_{0,S}$) oraz zmianę wartości stałej szybkości (k). Aby zmienić te wartości, należy poruszać suwakami. Możliwe jest również przesuwanie pola wykresu.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DIqADXgsf>

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DIqADXgsf>

Źródło: GroMar Sp. z o.o., dostępny w internecie: <https://www.geogebra.org/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1



Narysuj wykres ilustrujący właściwie zależność stężenia molowego produktu w funkcji czasu dla reakcji II rzędu.

Ćwiczenie 2



Czy nachylenie wykresu jest zależne od wartości stałej szybkości reakcji?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

Szybkość reakcji chemicznej uzależniona jest od rodzaju reakcji, jednak mogą na nią wpływać czynniki, takie jak...

stężenie reagentów

stosowane rozpuszczalniki

zastosowanie katalizatorów bądź inhibitorów

ciśnienie

temperatura

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawidłową definicję.

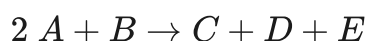
Kinetyka chemiczna to...

- dziedzina chemii, badająca zależności stężenia molowego substratów i produktów w czasie reakcji.
- dział chemii fizycznej, analizujący szybkość reakcji chemicznych w różnych warunkach ciśnienia, temperatury oraz stężenia i natury reagentów.
- jest to zależność szybkości reakcji chemicznej od stężenia reagentów i temperatury.
- jest to opis dokładnego przebiegu reakcji chemicznej, wskazujący na produkty pośrednie, powstałe w trakcie reakcji; zależność szybkości reakcji chemicznej od stężenia reagentów i temperatury.

Ćwiczenie 3



Dla podanej reakcji określ cząsteczkowość, rząd reakcji oraz równanie kinetyczne:



Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Wyjaśnij pojęcia:

A. katalizator,

B. inhibitor,

C. stała szybkości,

D. równanie kinetyczne.

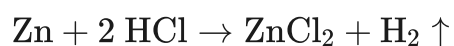
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Wymień czynniki wpływające na zwiększenie szybkości wydzielania się wodoru w poniższej reakcji:



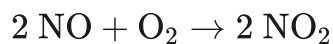
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Wiedząc, że stężenie tlenku azotu(II) wynosi $0,52 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, a stężenie tlenu wynosi $0,54 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, dla podanej reakcji oblicz szybkość:



$$k = 6,7 \cdot 10^3 \frac{\text{dm}^6}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$$

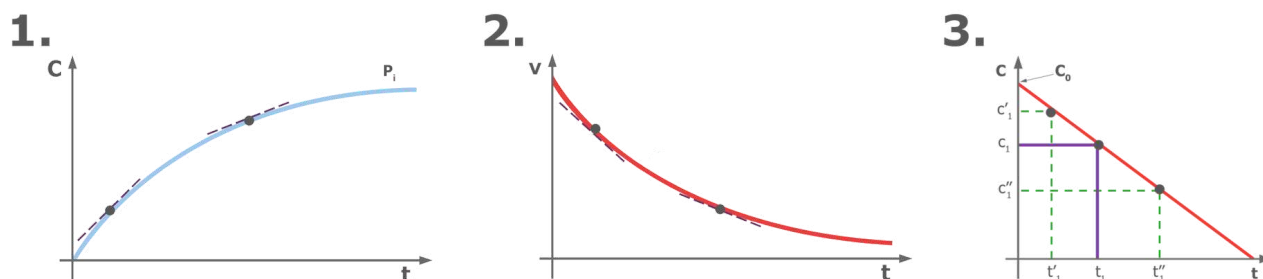
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Opisz, jakich zależności dotyczą podane poniżej wykresy:



Wykresy do ćwiczenia.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Dla pewnej reakcji stała szybkości wynosi $1,5 \cdot 10^{-4} \frac{1}{s}$. Uzupełnij tabelę i narysuj na papierze milimetrowym wykres zależności stężenia molowego od czasu. Stężenie początkowe wynosiło $1,38 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

t [s]	0	1000	2500	5000	8500
C $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$	1,38	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



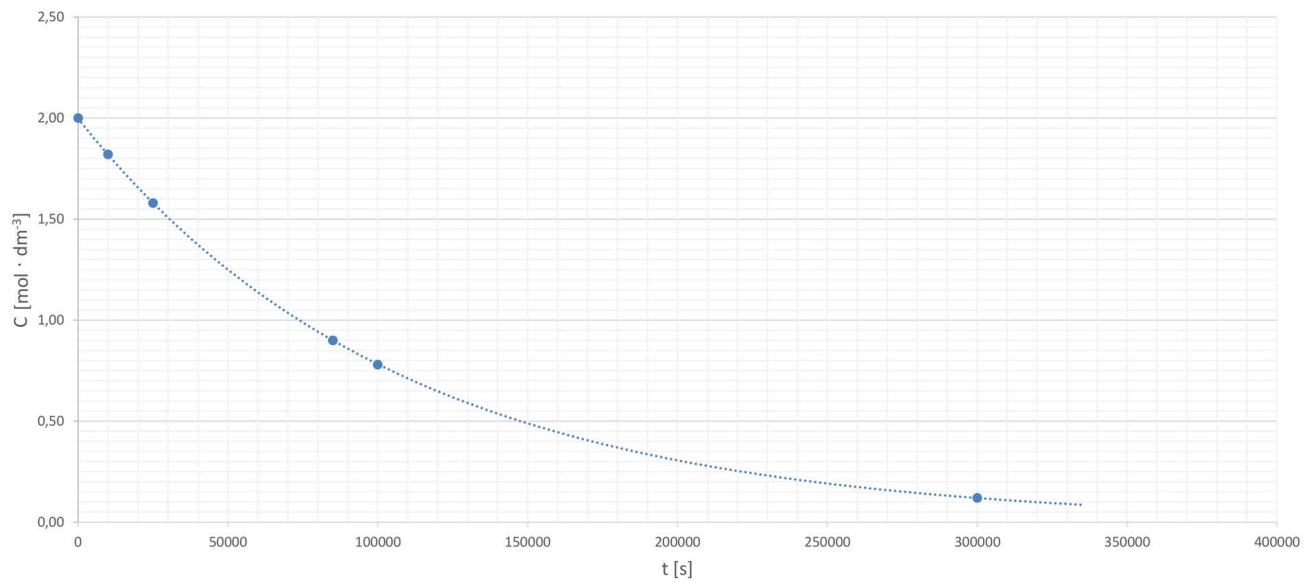
Reakcja przebiega według równania:



Na podstawie wykresów oblicz, ile wynosi stała szybkości reakcji.

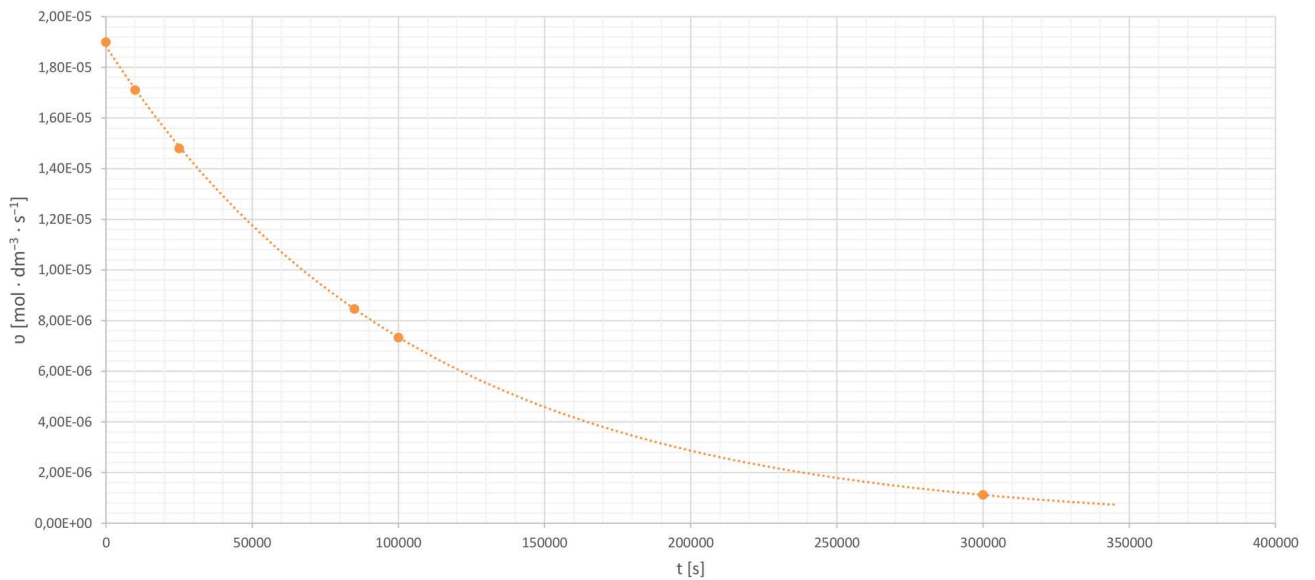
t [s]	0	10000	25000	85000	100000	
C $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$	2	1,82	1,58	0,90	0,78	
v $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}} \right]$	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$1,71 \cdot 10^{-5}$	$1,48 \cdot 10^{-5}$	$8,46 \cdot 10^{-6}$	$7,33 \cdot 10^{-6}$	1

Zależność stężenia molowego substratu w czasie



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zależność szybkości reakcji w czasie



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak za pomocą wykresów przedstawić kinetykę reakcji chemicznej?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego - kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:

4) szkicuje wykres zmian szybkości reakcji w funkcji czasu oraz wykres zmian stężeń reagentów reakcji pierwszego rzędu w czasie, wyznacza okres półtrwania.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- definiuje pojęcie kinetyki chemicznej, równania kinetycznego, stałej szybkości reakcji, szybkości reakcji, rzędowości i cząsteczkowości reakcji;
- analizuje wykres zależności stężenia molowego substratu i produktu od czasu;
- oblicza stężenie substratu w trakcie trwania reakcji na podstawie odpowiednich wzorów;
- szkicuje wykresy przedstawiające kinetykę reakcji chemicznej.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- mapa pojęć;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących.

Forma pracy:

- praca zbiorowa,
- praca w parach,
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami/smartfony/tablety z dostępem do Internetu;
- podręczniki tradycyjne;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytanie zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: jakie czynniki wpływają na reakcję chemiczną?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia reakcji chemicznej. Nauczyciel zapisuje na tablicy pojęcie „reakcja chemiczna” i prosi uczniów o podanie czynników na nią wpływających. Wyznaczony przez nauczyciela moderator zapisuje propozycje w postaci mapy pojęć na tablicy.

Faza realizacyjna:

1. Praca z mapą pojęć. Uczniowie analizują treści w dostępnych źródłach informacji, w tym w e-materiale. Chętni uczniowie samodzielnie podchodzą do tablicy i uzupełniają mapę.
2. Uczniowie w parach w oparciu o dostępne źródła informacji, w tym e-materiał, definiują pojęcia: kinetyka chemiczna, równanie kinetyczne, stała szybkości reakcji, szybkość reakcji, katalizator, inhibitor, które zapisują w zeszytach. Chętni lub wskazani uczniowie podają swoje interpretacje pojęć. Nauczyciel ewentualnie koryguje uczniów i wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

3. Uczniowie samodzielnie analizują przykład drugi z e-materiału. Niezrozumiałe kwestie wyjaśnia nauczyciel.
4. Nauczyciel podaje inny przykład do samodzielnego wyznaczenia wykresu zależności stężenia molowego substratu w czasie. Uczniowie w parach przygotowują wykresy. Po zakończonej pracy uczniów osoba chętna lub wyznaczona przez nauczyciela zapisuje odpowiednie dane i rysuje wykres na tablicy. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy ucznia.
5. Uczniowie w parach pracują z grafiką interaktywną przedstawiającą wykresy zmian stężeń reagentów w funkcji czasu oraz szybkości reakcji w funkcji czasu.
6. Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę wykonując samodzielnie ćwiczenia zawarte w e-materiale – Sprawdź się. Chętni lub wskazani uczniowie prezentują na forum swoje efekty pracy.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania z e-materiału np.:
 - Czym zajmuje się kinetyka chemiczna?
 - Jakie czynniki wpływają na szybkość reakcji chemicznej?
 - Jak można zinterpretować rzędowość reakcji chemicznych?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Nauczyciel prosi uczniów o przeanalizowanie medium bazowego oraz przygotowanie wykresów zależności szybkości reakcji oraz stężenia od czasu dla dowolnej reakcji, nieprzerabianej na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowania się do lekcji czy sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Czym zajmuje się kinetyka chemiczna?
- Jakie czynniki wpływają na szybkość reakcji chemicznej?

- Jak można zinterpretować rzędowość reakcji chemicznych?