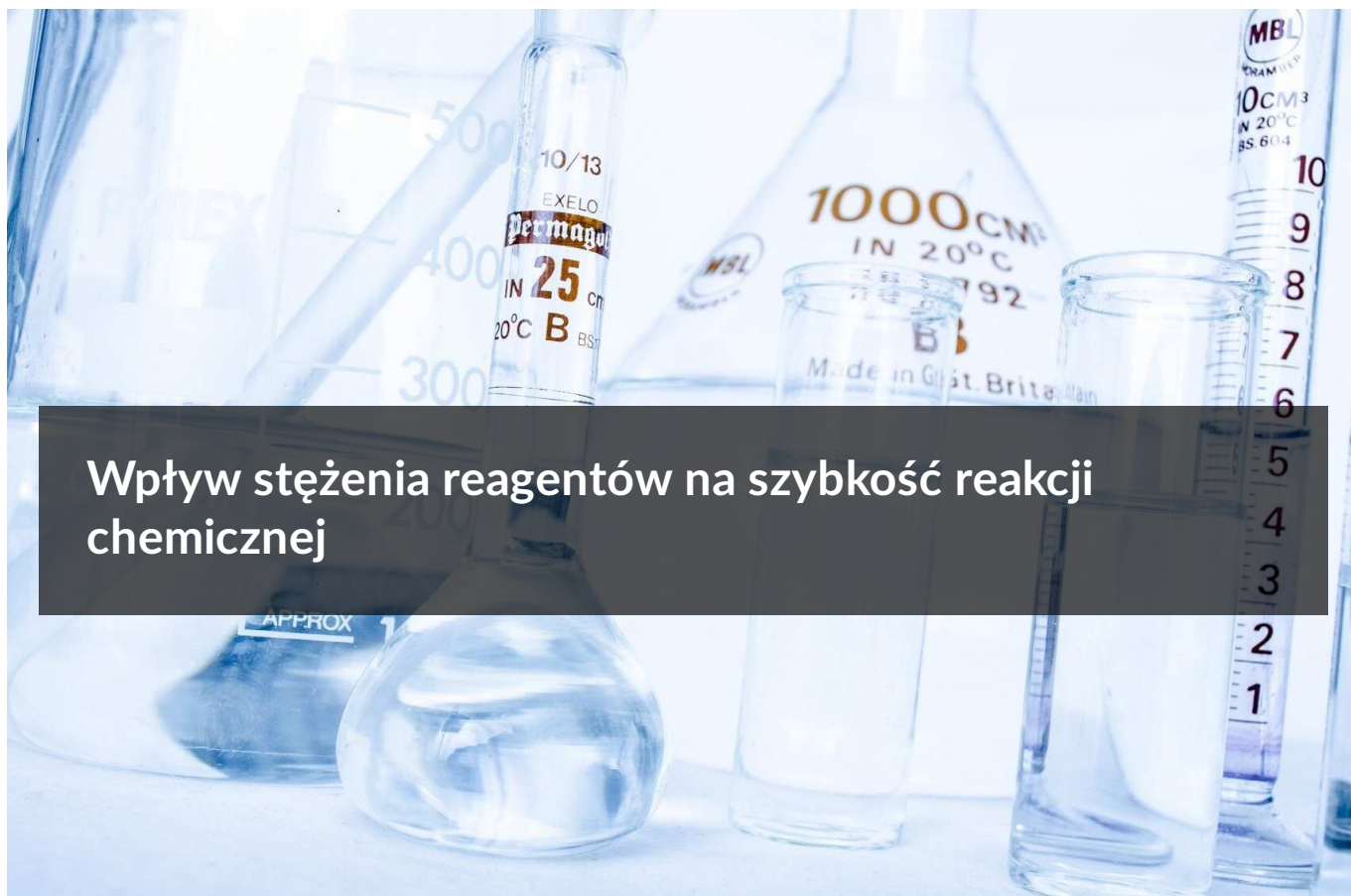




Wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji chemicznej

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Symulacja interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji chemicznej

Czy wiesz, w jaki sposób można wyznaczyć wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji chemicznej?

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

W życiu codziennym szybkość definiujemy jako zmianę właściwości, podzieloną przez czas, w którym zachodzi ta zmiana. Na przykład prędkość jadącego samochodu to ilość pokonanych kilometrów, podzielona przez potrzebny na to czas. Czy możemy odróżnić pojęcia szybkość i prędkość? W języku polskim tych określeń używa się zamiennie, natomiast w naukach przyrodniczych mają one inne znaczenia. Szybkość określa tempo zmian, np. szybkość parowania. Natomiast prędkość zazwyczaj służy do opisu ruchu za pomocą wektorów. W chemii szybkość wyrażana jest przez zmianę stężenia. Jak zatem szybko zużywają się substraty lub powstają produkty? A jak na szybkość reakcji wpływa duże, a jak małe stężenie reagentów?

Twoje cele

- Uzasadnisz, dlaczego stężenie reagentów wpływa na szybkość reakcji.
- Ocenisz i scharakteryzujesz ten wpływ.
- Zaprojektujesz doświadczenie ukazujące wpływ stężenia na szybkość reakcji.

Przeczytaj

Szybkość reakcji chemicznej

Szybkość reakcji chemicznej opisywana jest przez zmianę stężenia substratów lub zmianę stężenia produktów w jednostce czasu.

$$v = - \frac{\text{zmiana stężenia substratu} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]}{\text{przedział czasu [s]}} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}} \right]$$

$$v = \frac{\text{zmiana stężenia produktu} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]}{\text{przedział czasu [s]}} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}} \right]$$

Ilość substratu podczas reakcji **maleje** w jednostce czasu, dlatego przed zmianą stężenia substratu jest **znak minus**.

Ćwiczenie 1

Jak obliczyć szybkość reakcji chemicznej opisaną równaniem $A + B \rightarrow C$, jeśli wiadomo, że w chwili rozpoczęcia reakcji stężenie substratu B w mieszaninie reakcyjnej wynosiło $5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, a po 30 sekundach trwania reakcji jego stężenie wynosiło $3,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$?

Szybkość reakcji chemicznych zależy od:

- rodzaju oraz chemicznego charakteru reagujących substancji;
- stężenia substratów;
- temperatury;
- ciśnienia (w przypadku substancji gazowych);

- rodzaju rozpuszczalnika;
- [pH](#);
- obecności [katalizatora](#).

Wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji chemicznej może zostać wyznaczony eksperymentalnie poprzez zmianę stężenia jednego z reagentów w tych samych warunkach (ciśnienia i temperatury).

Stężenie [reagentów](#) jest możliwe do oznaczenia, np. poprzez pomiar zmian ciśnienia (reakcje w fazie gazowej) lub pośrednio, np. dokonując pomiaru parametrów fizykochemicznych, takich jak:

- pojawienie lub zanikanie barwy;
- pojawienie lub zanikanie osadu lub zmętnienia;
- pH;
- [przewodnictwo](#);
- [gęstość](#).

Polecenie 1

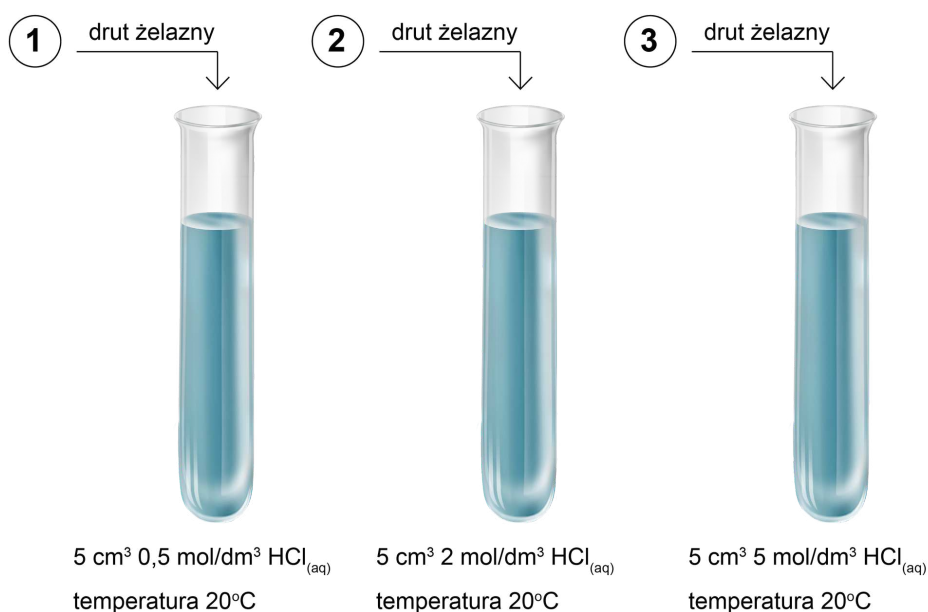
Jak szybko przebiegnie reakcja metalu z kwasem solnym w zależności od stężenia użytego kwasu?

Należy przygotować trzy probówki oraz drut żelazny.

Do każdej z probówek dodać 5 cm^3 kwasu solnego:

- I probówka: $0,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- II probówka: $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- III probówka: $5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

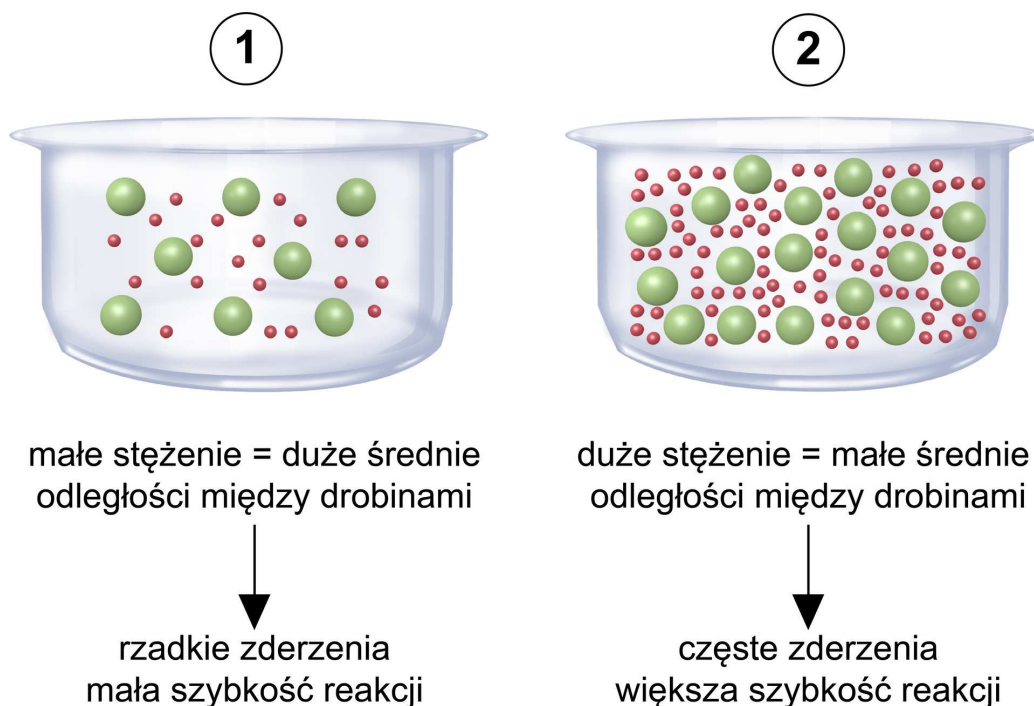
Dodaj taką samą ilość drutu żelaznego. Po kilku minutach porównaj procesy zachodzące w probówkach oraz zanotuj obserwacje i wnioski.



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

Wpływ stężenia substratów na szybkość reakcji chemicznej wyjaśnia teoria zderzeń aktywnych. Zwiększenie stężenia substratów na ogół zwiększa szybkość reakcji, ponieważ więcej reagujących cząsteczek lub jonów jest obecnych w celu wytworzenia produktów reakcji. Ze wzrostem stężenia rośnie liczba zderzeń, w tym również

zderzeń efektywnych. Im większe stężenie substratu, tym większe prawdopodobieństwo zderzenia. Zostało to zobrazowane na poniższym rysunku.



Modelowe przedstawienie wpływu stężenia na szybkość reakcji w fazie gazowej. W przykładzie nr 1 stężenie jest mniejsze niż w przykładzie nr 2. Kulki na rysunku symbolizują dowolne indywidualia chemiczne, których kształt może być inny niż kulisty.

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

Szybkość reakcji ogólnie zmienia się bezpośrednio ze zmianami stężenia substratów. Gdy stężenie wszystkich substratów wzrasta, więcej cząsteczek lub jonów reaguje, tworząc nowy produkt, a szybkość reakcji wzrasta. Gdy stężenie substratu zmniejsza się, występuje mniej cząsteczek lub jonów, to szybkość reakcji się zmniejsza.

Zależność szybkości reakcji chemicznej od stężenia substratów jest cechą indywidualną danej reakcji. Sposobem na jej ustalenie jest przeprowadzenie eksperymentu. Wyniki pomiarów zazwyczaj przedstawiane są w postaci równania kinetycznego, z którego wynika, że szybkość większości jednoetapowych reakcji chemicznych jest wprost proporcjonalna do stężenia substratów.

Równanie reakcji, w której szybkość reakcji zależna jest w sposób liniowy od stężenia jednego z substratów, można przedstawić za pomocą równania kinetycznego reakcji I rzędu:

$$v = k \cdot C_A$$

- v - szybkość reakcji chemicznej, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$;
- k - stała szybkości reakcji chemicznej;
- C_A - stężenie substratu A, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Równanie kinetyczne, w którym szybkość reakcji jest uzależniona w sposób wprost proporcjonalny do stężenia dwóch substratów, może przyjmować postać:

$$v = k \cdot C_A \cdot C_B$$

- v - szybkość reakcji chemicznej, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$;
- k - stała szybkości reakcji chemicznej;
- $C_{A/B}$ - stężenie substratu A/B, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Jednostka stałej szybkości reakcji zależy od rzędowości reakcji, z jaką mamy do czynienia. Rzędowość określamy jako sumę wykładników potęgowych, do których podniesione są stężenia substratów w równaniu kinetycznym. W naszych powyższych przypadkach mamy do czynienia kolejno z reakcją I i II rzędu. Wartość stałej szybkości reakcji zależy od temperatury układu reagującego, nie zależy natomiast od stężenia substratów i produktów.

Ćwiczenie 2

Oblicz, jak zmieni się szybkość reakcji chemicznej, która przebiega wg równania kinetycznego $v_1 = k \cdot C_A \cdot C_B$, jeżeli wartości stężeń C_A i C_B zostaną zwiększone trzykrotnie.

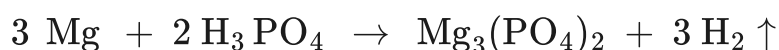
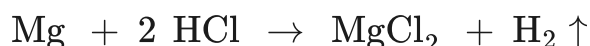
Ćwiczenie 3

Pewną reakcję chemiczną, przebiegającą w fazie gazowej, można opisać następującym równaniem kinetycznym: $v = k \cdot C_A \cdot C_B^2$ (gdzie C_A i C_B to stężenia molowe substratów A i B).

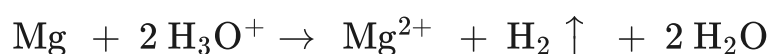
Oblicz, jak zmieni się szybkość tej reakcji, jeśli przy niezmienionej liczbie moli reagentów, do jej przeprowadzenia zastosujemy naczynie o trzykrotnie mniejszej pojemności.

Jak wpływa moc kwasu na szybkość reakcji chemicznej?

Możliwe jest również porównanie szybkości reakcji chemicznej w zależności od [mocy kwasu](#). Można to zobrazować na przykładzie reakcji kwasu solnego oraz ortofosforowego(V) z magnezem. Do obu reakcji należy użyć takie same objętości oraz jednakowe stężenia molowe kwasów i taką samą ilość magnezu.



Reakcja magnezu z kwasem ortofosforowym(V) przebiega wolniej niż w przypadku reakcji z kwasem solnym, chociaż do reakcji użyto takich samych objętości oraz jednakowych stężeń molowych obu kwasów. Wynika to z faktu, że szybkość reakcji chemicznej kwasu z metalem jest zależna od stężenia jonów H_3O^+ , które pochodzą z dysocjacji elektrolitycznej kwasu.



Stężenie kationów oksoniowych w mocnym kwasie solnym jest równe jego stężeniu. Jeśli chodzi o kwas ortofosforowy(V), jego moc jest mniejsza od mocy kwasu solnego, więc stężenie kationów oksoniowych jest mniejsze od całkowitego stężenia kwasu.

W obu omawianych przypadkach objętość wodoru, która wydziela się podczas reakcji magnezu z kwasami, jest taka sama, co można wywnioskować z jonowego zapisu równań obu reakcji.

Szybkość reakcji chemicznej opisywana jest przez zmianę stężenia substratów lub produktów w jednostce czasu. Aby reakcja biegła szybciej, można zwiększyć stężenia reagentów, zwiększając tym samym liczbę reagujących cząstek. Przedstawia to proste doświadczenie, które zostało zobrazowane powyżej.

Słownik

szybkość reakcji chemicznej

zmiana stężenia reagentów (substratów lub produktów) w jednostce czasu

katalizator

substancja, która zwiększa (lub zmniejsza) szybkość reakcji chemicznej, nie naruszając stanu końcowej równowagi i właściwości termodynamicznych układu, pozostaje w stanie niezmienionym po zakończeniu reakcji

stężenie

miara ilości substancji (pierwiastka, związku chemicznego, jonu bądź innego indywiduum chemicznego) w mieszaninie

reagent

substancja biorąca udział w reakcji chemicznej (substraty i produkty)

enzymy

(gr. *en zýmē* „w zacznieniu”) biokatalizatory, dawniej fermenty, białkowe katalizatory reakcji chemicznych w układach biologicznych

przewodnictwo cieplne

fiz. proces przepływu ciepła w ośrodkach ciągłych (stałych, ciekłych i gazowych), polegający na przekazywaniu energii kinetycznej bezładnego ruchu cząsteczek ośrodka z części układu o wyższej temperaturze do cząsteczek z części układu o temperaturze niższej

gęstość

wielkość fizyczna, charakteryzująca rozkład przestrzenny rozważanej wielkości fizycznej, np. masy, siły, pędu, energii, ładunku elektrycznego

zderzenie efektywne

w kinetyce chemicznej oznacza takie zderzenie drobin substratów, w wyniku którego dochodzi do utworzenia bądź zerwania wiązań chemicznych

pH

wykładnik jonów H_3O^+ ; wielkość stosowana do określania odczynu roztworu

moc kwasu

termin umowny, rozumiany jako zdolność kwasu do ulegania procesowi dysocjacji elektrolitycznej

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemical Principles: The Quest for Insight*, 5th Edition, New York 2009.

encyklopedia.pwn.pl

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Przeanalizuj poniższą symulację i odpowiedz na pytanie, w jaki sposób wzrost stężenia substratów wpływa na szybkość danej reakcji chemicznej oraz w jaki sposób zmienia się szybkość danej reakcji w czasie jej trwania. Następnie wykonaj ćwiczenia zamieszczone pod symulacją.

Symulacja interaktywna pt. „*Analiza wpływu stężenia substratu na szybkość reakcji*”

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

Ćwiczenie 1

Wykorzystując dane zamieszczone w symulacji oblicz stałą szybkości każdej z rozpatrywanych reakcji. Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. W każdym przypadku ustal jednostkę wspomnianej stałej.

Ćwiczenie 2

Dla każdej z rozpatrywanych reakcji narysuj wykres zależności szybkości reakcji od stężenia substratu A (możesz skorzystać z dostępnego programu komputerowego). Następnie określ, w jaki sposób dwukrotny wzrost stężenia substratu A wpłynie na szybkość każdej z analizowanych reakcji.

Ćwiczenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdania podanymi wyrazami.

Gdy stężenie wszystkich substratów , więcej atomów, cząsteczek lub jonów reaguje, tworząc nowy produkt, a szybkość reakcji . Gdy stężenie substratu , w układzie występuje mniej atomów, cząsteczek lub jonów i szybkość .

rośnie

nie zmienia się

maleje

zmniejsza się

wzrasta

zmniejsza się

zwiększa się

Ćwiczenie 2



Poniższe stwierdzenia dotyczą reakcji I-rzędu. Wskaż zdania prawdziwe.

Szybkość reakcji chemicznej jest to jednoczesny wzrost stężenia produktu i substratu w jednostce czasu.

Szybkość reakcji to zmniejszenie stężenia substratów lub zwiększenie stężenia produktu w jednostce czasu.

Wzrost stężenia substratów powoduje wzrost szybkości reakcji.

Stężenie substratów nigdy nie wpływa na szybkość reakcji chemicznej.

Ćwiczenie 3



Dopasuj pojęcia z ich wyjaśnieniem.

Reagent

miara ilości substancji (pierwiastka, związku chemicznego, jonu bądź innego indywiduum chemicznego) w mieszaninie.

Szybkość reakcji chemicznej

zmiana stężenia reagentów (substratów lub produktów) w jednostce czasu.

Katalizator

substancja, która bierze udział w reakcji chemicznej (substrat lub produkt).

Stężenie

substancja, która zmienia szybkość reakcji chemicznej, nie naruszając stanu końcowej równowagi i właściwości termodynamicznych układu; pozostaje w stanie niezmienionym po zakończeniu reakcji.

Ćwiczenie 4



Szybkość reakcji chemicznej opisywana jest przez zmianę stężenia substratów lub zmianę stężenia produktów w jednostce czasu.

$$v = - \frac{\text{zmiana stężenia substratu} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]}{\text{przedział czasu} [\text{s}]}$$

$$v = \frac{\text{zmiana stężenia produktu} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]}{\text{przedział czasu} [\text{s}]}$$

Zamknięty pojemnik o objętości 2 dm³ wypełniono 0,28 g wodoru i chlorem. W czasie 10 s masa wodoru zmniejszyła się do 0,024 g. Oblicz szybkość reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Opisz, jak wpływa zmiana stężenia substratów na szybkość reakcji chemicznej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Oblicz, jak zmieni się szybkość reakcji chemicznej, która przebiega wg równania kinetycznego $v_1 = k \cdot [A] \cdot [B]^2$, jeżeli wartości stężeń substratów zmaleją trzykrotnie.

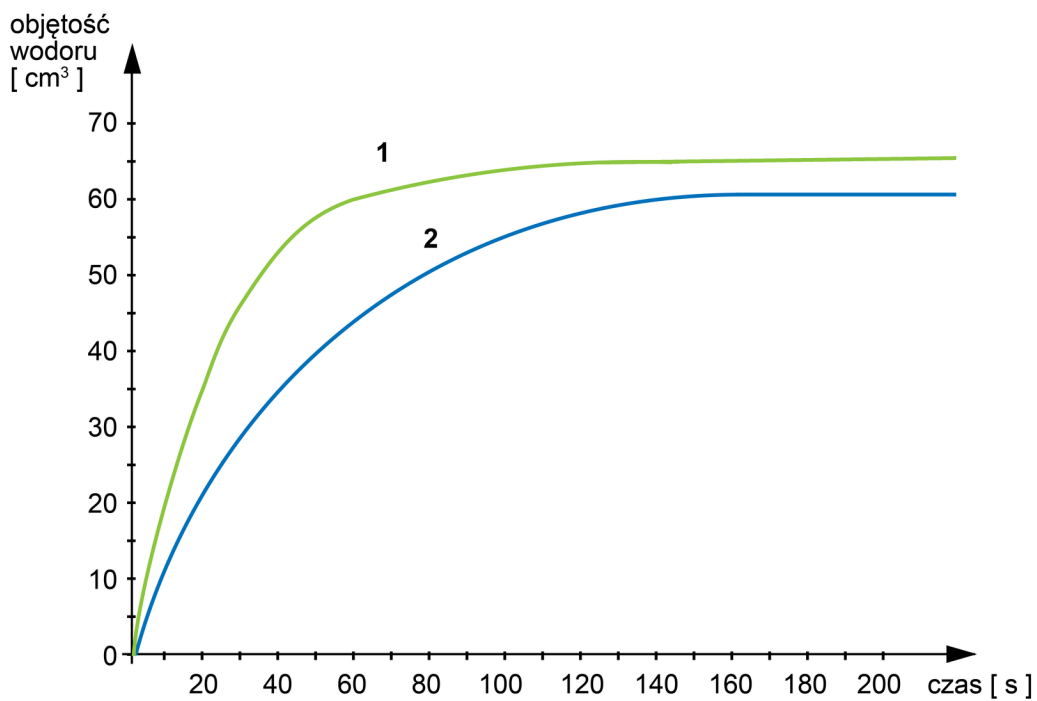
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Poniżej zamieszczono wykres, na którym przedstawiono zależności objętości wydzielającego się wodoru od czasu przebiegu pewnych reakcji w wodnych roztworach kwasu siarkowego(VI). Reakcje były przeprowadzane dla dwóch różnych stężeń tego kwasu.



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

Na podstawie analizy przebiegu krzywych wskaż i uzasadnij, który z wykresów (1. czy 2.) przedstawia zmianę objętości wydzielającego się wodoru w roztworze kwasu o większym stężeniu oraz wyjaśnij, czym spowodowany jest taki kształt krzywych.

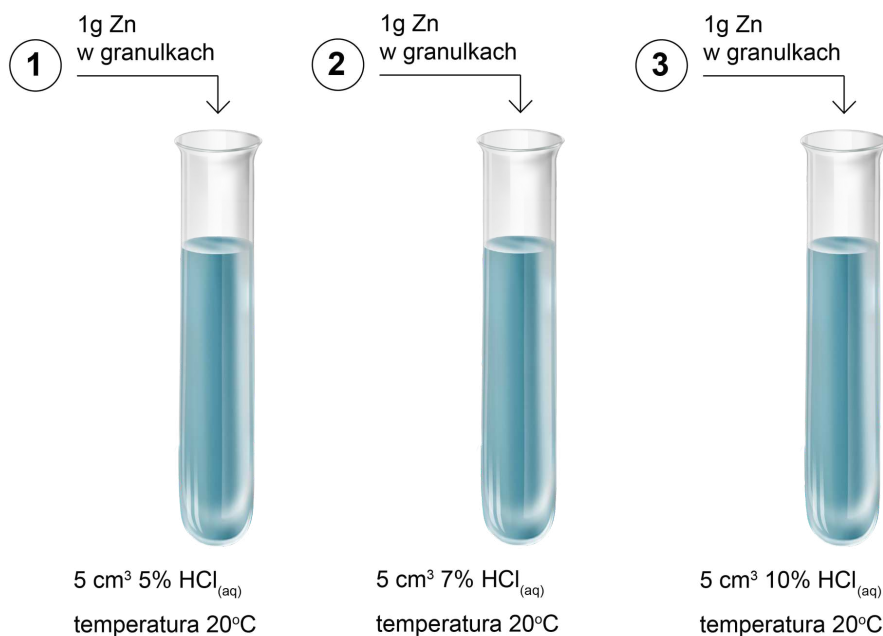
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Podczas zajęć studenci przeprowadzili doświadczenie, które jest zilustrowane poniższym rysunkiem.



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

Studenci zaobserwowali, że w probówce nr 3 gaz wydziela się intensywniej niż w probówce nr 2 i nr 1. Najwolniejsze wydzielanie gazu zaobserwowali w probówce nr 1.

Na podstawie podanych informacji napisz, jaki czynnik i w jaki sposób wpłynął na szybkość reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Zaprojektuj doświadczenie ukazujące wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji chemicznej. Zanonuj obserwacje, wnioski oraz jeśli to możliwe zachodzącą reakcję chemiczną.

Do dyspozycji masz:

- trzy probówki zawierające po 5 cm^3 kwasu chlorowodorowego o stężeniach kolejno $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, $3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, $5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- wstążka magnezowa;
- termometr.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 10



Równanie kinetyczne pewnej reakcji chemicznej przebiegającej w fazie gazowej, w temperaturze pokojowej ma postać:

$$v = k \cdot [A]$$

Reakcja ta przebiega zgodnie z równaniem: $A + B \rightarrow C$.

Początkowe stężenie substratu A było równe $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, a początkowa szybkość opisanej reakcji, zachodzącej w temperaturze pokojowej, wynosiła $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$. Wyznacz chwilowe stężenia substratu A i produktu C oraz chwilowe wartości szybkości reakcji w czasie 10 sekund od jej rozpoczęcia. W tym celu uzupełnij poniższą tabelę. Wszystkie wartości stężeń i szybkości reakcji podaj z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku.

| czas, s | stężenie substratu A, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ | stężenie produktu C, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ | szybkość reakcji, $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$ |
|---------|---|--|--|
| 0 | 2,000 | 0,000 | 0,100 |
| 1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 2 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 3 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 4 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 5 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 6 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 7 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 8 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 9 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 10 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Patrycja Męcik, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji chemicznej

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

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

2) przewiduje wpływ: stężenia (ciśnienia) substratów, obecności katalizatora, stopnia rozdrobnienia substratów i temperatury na szybkość reakcji; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia.

Zakres rozszerzony

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

2) przewiduje wpływ: stężenia (ciśnienia) substratów, obecności katalizatora, stopnia rozdrobnienia substratów i temperatury na szybkość reakcji; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia.

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:

- uzasadnia, dlaczego stężenie reagentów wpływa na szybkość reakcji;
- ocenia wpływ stężenia na szybkość reakcji;

- projektuje i przeprowadza doświadczenie pokazujące wpływ stężenia na szybkość reakcji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- badawcza.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- eksperyment;
- analiza materiału źródłowego;
- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu;
- słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- rzutnik multimedialny;
- pisak/kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Jak na szybkość reakcji wpływa duże, a jak małe stężenie reagentów? Czym różni się szybkość od prędkości? Czy znasz reakcje których szybkość zależy od stężenia?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia szybkości reakcji oraz wpływu czynników na wzrost szybkości reakcji (w celu przypomnienia

definicji szybkości).

4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment – „Badanie zależności szybkości reakcji metalu z kwasem solnym od stężenia użytego kwasu”. Prowadzący zajęcia dzieli uczniów na grupy, wyznacza rolę liderów, rozdaje karty pracy oraz szkło i odczynniki chemiczne celem przeprowadzenia eksperymentu (patrz wskazówki metodyczne). Po zapoznaniu się z instrukcją doświadczenia w karcie pracy, uczniowie formułują pytanie badawcze, hipotezę oraz określają zmienne i zapisują w kartach pracy, po czym przystępują do wykonania eksperymentu. Nauczyciel nadzoruje jego przebieg. Uczniowie swoje spostrzeżenia i wnioski zapisują w kartach pracy. Liderzy grup, po wykonanej pracy, relacjonują wykonanie zadania w oparciu o karty pracy. Na koniec chętna lub wskazana osoba zapisuje uwspólnione wnioski na tablicy.
2. Uczniowie samodzielnie analizują materiał źródłowy w e-materiale – „Wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji”. Prowadzący zajęcia informuje uczniów, że w trakcie analizy mają zwrócić uwagę na to, czy podczas zwiększania stężenia substratów zwiększa się szybkość reakcji i dlaczego tak się dzieje.
3. Następnie nauczyciel inicjuje dyskusję odnośnie wpływu stężenia reagentów na szybkość reakcji, zadaje uczniom pytania. Pyta również o inne czynniki, które mogą wpłynąć na szybkość reakcji chemicznej.
4. Uczniowie w parach analizują symulację interaktywną, zawartą w medium bazowym, i sprawdzają swoją wiedzę, wykonując załączone ćwiczenia.

Faza podsumowująca

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, wykorzystując pytania z e-materiału, np. polecenia do multimediu. Pyta:
 - Jak rozumiesz pojęcie szybkości reakcji chemicznej?
 - Czy potrafisz ocenić wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania podsumowujące:
 - Co było dla mnie łatwe ...
 - Co sprawiało mi trudność...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Przypomniałem/łam sobie, że ...

Praca domowa:

Nauczyciel zleca wykonanie ćwiczeń w e-materiale – „Sprawdź się” – oraz zaprojektowanie i opisanie w zeszycie własnego doświadczenia, które potwierdzi, jak wpływa stężenie na

szybkość reakcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może zostać wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć lub sprawdzianu wiedzy.

Materiały pomocnicze:

1. Karty charakterystyk substancji.
2. Wskazówki metodyczne do przeprowadzenia eksperymentu:

Szkło i sprzęt laboratoryjny: statyw do probówek, probówki, łapy do probówek, szczypce metalowe, termometr, pipeta.

Odczynniki chemiczne: drut cynkowy, kwas solny: 5 cm³ o stężeniu 5%, 5 cm³ o stężeniu 7% oraz 5 cm³ o stężeniu 10%.

Sposób wykonania:

- Probówki wstaw w statywie do probówek i umieść w jednej probówce 5 cm³ kwasu chlorowodorowego o stężeniu 5%, w drugiej probówce taka sama ilość kwasu chlorowodorowego o stężeniu 7% oraz w trzeciej probówce 5 cm³ kwasu chlorowodorowego o stężeniu 10%.
- Termometrem zmierz temperaturę roztworu w każdej z probówek. Wskazana temperatura 20 °C.
- Do każdej z nich dodaj jednakowe ilości metalicznego cynku.
- Obserwuj zmiany, spostrzeżenia zapisz w karcie pracy, wyciągnij i zapisz wnioski.

3. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 105.74 KB w języku polskim

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

- Jak rozumiesz pojęcie szybkości reakcji?
- Czy potrafisz ocenić wpływ stężenia reagentów na szybkość reakcji?