



Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru

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



Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru

W czasie jazdy samochodem, prędkość pokazywana jest przez odpowiednie urządzenie. W przypadku reakcji chemicznych, szybkość reakcji wyznaczana jest na drodze eksperymentu.

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

Nadtlenek wodoru o wzorze sumarycznym H_2O_2 , w roztworze trzyprocentowym, to nic innego jak woda utleniona (systematyczna nazwa wg IUPAC to dioksydan). Ze względu na swoje właściwości jest nietrwały, dlatego z czasem rozkłada się do tlenu i wody. W tej części dowiesz się, jak zbadać szybkość rozkładu nadtlenu wodoru z użyciem katalizatora.

Twoje cele

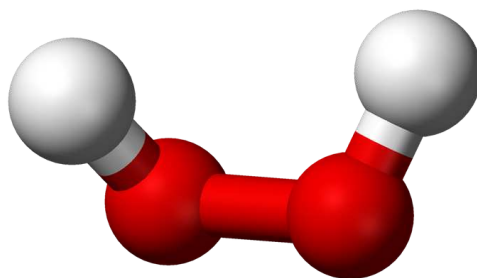
- Opiszysz, jak wpływa katalizator na szybkość reakcji chemicznej.
- Sprawdzisz wpływ stężenia nadtlenu wodoru na szybkość jego rozkładu.
- Zbadasz wpływ ilości katalizatora na szybkość rozkładu nadtlenu wodoru.

Przeczytaj

Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru

Rozkład nadtlenu wodoru może być katalizowany:

- tlenkiem manganu(IV) – tlenek ten jest ciałem stałym, więc jest to **kataliza heterogeniczna**;
- wodnym roztworem chlorku żelaza(III);
- pod wpływem enzymu – katalazy.



Model cząsteczki nadtlenu wodoru (czerwona kulka przedstawia atom tlenu (O), a biała – atom wodoru (H))

Źródło: dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org>, domena publiczna.

Inhibitorem reakcji rozkładu nadtlenu wodoru jest kwas ortofosforowy(V). Dodanie kwasu ortofosforowego(V) do wody utlenionej umożliwia jej długotrwałe przechowywanie, ponieważ spowalnia reakcję rozkładu zawartego w niej nadtlenu wodoru.

Ćwiczenie 1

Wykonaj poniższe doświadczenie. Pamiętaj o zachowaniu szczególnej ostrożności podczas jego wykonywania oraz o odpowiedniej odzieży ochronnej, rękawiczkach oraz o założeniu okularów ochronnych lub przyłbicy. Przed rozpoczęciem doświadczenia, dokładnie zapoznaj się z poniższą instrukcją oraz kartami charakterystyk wszystkich używanych substancji (zwróć szczególną uwagę na piktogramy oraz środki ostrożności). Uzupełnij hipotezę, a następnie zapisz obserwacje oraz wnioski.

Uwaga! Doświadczenie należy wykonać pod sprawnym wyciągiem.

Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru

Problem badawczy:

Czy stężenie substratu oraz ilość katalizatora ma wpływ na szybkość reakcji rozkładu nadtlenu wodoru?

Hipoteza:

Odczynniki:

- 30-procentowy wodny roztwór nadtlenu wodoru;
 - tlenek manganu(IV).
-

Sprzęt:

- kolba ssawkowa;
- zlewki;
- krystalizator;
- wężyk gumowy;
- pipeta miarowa;
- wkraplacz;
- cylinder miarowy (o pojemności 10 cm³);
- stoper;
- waga;
- statyw;
- łapy i mufy;
- dygestorium.

Schemat doświadczenia:



Pomocniczy schemat do skonstruowania zestawu do zbierania gazów nierozpuszczalnych lub słabo rozpuszczalnych w wodzie

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

Instrukcja wykonania:

1. Przygotuj cztery wodne roztwory nadtlenu wodoru o różnych stężeniach: 10%, 6%, 3% i 1%. Każdy o objętości 10 cm^3 poprzez odpowiednie rozcieńczenie 30-procentowego wodnego roztworu nadtlenu wodoru. Zapisz odpowiednie obliczenia.
 2. Zmontuj zestaw do zbierania gazów nierozpuszczalnych lub słabo rozpuszczalnych w wodzie, zgodnie ze schematem zamieszczonym powyżej (otrzymywany w reakcji tlen jest słabo rozpuszczalny w wodzie, dlatego też możemy pominąć jego rozpuszczalność w dalszych etapach eksperymentu).
 3. Odważ na wadze pięć porcji po 0,6 g tlenku manganu(IV) każda. Następnie wprowadź jedną porcję do kolby ssawkowej.
 4. Do wkraplacza wprowadź 10 cm^3 trzyprocentowego roztworu nadtlenu wodoru w wodzie.
 5. Powoli zacznij wkraplać roztwór do kolby ssawkowej. Zapisz obserwacje.
 6. Pierwsze pęcherzyki gazu, pojawiające się w czasie wkraplania wodnego roztworu nadtlenu wodoru do kolby z tlenkiem manganu(IV), to powietrze zawarte w kolbie. Dlatego też nie wprowadzaj rurki odprowadzającej bezpośrednio do cylindra miarowego wypełnionego wodą na początku doświadczenia - zrób to kilka sekund po zaobserwowaniu wydzielania się wspomnianych pęcherzyków gazu i zacznij zbierać wydzielający się gaz do cylindra. Stoperem zmierz czas jaki upłynie do momentu wyparcia kolejno 20%, 50%, 70% oraz 100% wody destylowanej z cylindra (procent objętościowy). Wyniki zanotuj w tabeli 1 zamieszczonej w poleceniu 1.
 7. Powtórz ćwiczenie dla pozostałych stężeń nadtlenu wodoru.
 8. Dla jednego wybranego stężenia wodnego roztworu powtórz reakcję rozkładu nadtlenu wodoru wykorzystując (w pierwszej próbie) 0,1 g oraz (w drugiej próbie) 1,0 g tlenku manganu(IV). Wyniki zanotuj w tabeli 2 zamieszczonej w poleceniu 2.
 9. Po zakończonym doświadczeniu dokładnie umyj szkło, a suche pozostałości przenieś do odpowiednio oznakowanego opakowania.
 10. Sformułuj odpowiednie wnioski.
-

Obserwacje:**Wnioski:****Polecenie 1**

Zanotuj, ile czasu upłynęło, aby wyprzeć 20%, 50%, 70% i 100% wody z cylindra przy użyciu 0,6 g tlenku manganu(IV) oraz różnych stężeń nadtlenu wodoru, kolejno: 1%, 3%, 6% i 10%.

Stężenie H_2O_2 =Zmiana objętości
[%]

Czas [s]

Czas [s]

Czas [s]

Czas [s]

20

50

70

100

Tabela nr 1

Polecenie 2

Zanotuj, ile czasu upłynęło, aby wyprzeć 20%, 50%, 70% i 100% wody z cylindra przy użyciu kolejno 0,1 g i 1,0 g tlenku manganu(IV) oraz wybranego stężenia nadtlenu wodoru.

Ilość MnO_2 =	0,1 g	1,0 g
Zmiana objętości [%]	Czas [s]	Czas [s]
20		
50		
70		
100		

Tabela nr 2

Słownik

katalizator

substancja, która zwiększa szybkość reakcji chemicznej, nie naruszając stanu końcowej równowagi i właściwości termodynamicznych układu i pozostaje w stanie niezmiennym po zakończeniu reakcji

kataliza homogeniczna, kataliza jednorodna

katalizator i substancje reagujące występują w tej samej fazie

kataliza heterogeniczna, kataliza niejednorodna

katalizator i substancje reagujące nie występują w tej samej fazie

inhibitor

(łac. *inhibeo* „wstrzymuje”) substancja, która dodana w niewielkiej ilości do układu reagującego, powoduje zmniejszenie szybkości lub niekiedy całkowite zatrzymanie

Bibliografia:

Encyklopedia PWN

Krzeczkowska M., Loch J., Mizera A., *Chemia. Repetytorium. Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010.

Pigoń K., Ruziewicz Z., *Chemia fizyczna*, t. 1, Warszawa 2007.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Poniższa symulacja przedstawia badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru. Przeanalizuj przebieg tej reakcji, zwracając uwagę na to, jaki zestaw aparatury został do tego celu stworzony. Pomyśl, jakie czynniki wpływają na szybkość rozkładu nadtlenu wodoru, a następnie rozwiąż zadania.



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

Symulacja interaktywna pt. „Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru”

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

Ćwiczenie 1

Zaznacz, jaką funkcję pełni w powyższej reakcji tlenek manganu(IV).

☐ Nie bierze udziału w reakcji.

☐ Jest katalizatorem.

☐ Jest stabilizatorem.

☐ Jest inhibitorem.

Ćwiczenie 2

Dlaczego do zbierania tlenu można wykorzystać zestaw przedstawiony w powyższej symulacji? Zaznacz poprawną odpowiedź.

☐ Ponieważ tlen wchodzi w reakcję z wodą, tworząc nadtlenuk.

☐ Ponieważ tlen słabo rozpuszcza się w wodzie i nie reaguje z wodą.

☐ Ponieważ tlen w kontakcie z wodą tworzy osad.

☐ Ponieważ tlen dobrze rozpuszcza się w wodzie.

Ćwiczenie 3

W powyższym doświadczeniu reakcja rozkładu nadtlenu wodoru jest reakcją katalityczną. Zaznacz, jakiego typu jest to kataliza.

☐ fotokataliza

☐ homogeniczna

☐ biokataliza

☐ heterogeniczna

Ćwiczenie 4

Uzupełnij poniższe zdanie, tak aby prawidłowo określić zależność między stężeniem wodnego roztworu nadtlenu wodoru, a szybkością reakcji katalitycznego rozkładu tej substancji.

Im większe jest stężenie wodnego roztworu nadtlenu wodoru, tym zachodzi reakcja jego katalitycznego rozkładu i tym jest objętość tlenu wydzielonego w jednostce czasu.

większa

wolniej

mniejsza

szybciej

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij poniższy tekst wybierając poprawne wyrażenia.

Reakcję rozkładu wodnego roztworu nadtlenu wodoru można prowadzić przy użyciu katalizatora stałego, np. MnO_2 ☐ / SiO_2 ☐. W takim wypadku mamy do czynienia z katalizą ☐ homogeniczną ☐ / ☐ heterogeniczną ☐, ponieważ katalizator i reagenty występują ☐ w tej samej fazie ☐ / ☐ w różnych fazach ☐.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij poniższy tekst wybierając poprawne wyrażenia.

Reakcję rozkładu wodnego roztworu nadtlenu wodoru można prowadzić przy użyciu katalizatora ciekłego, np. roztworu FeCl_3 ☐ / H_3PO_4 ☐. W takim wypadku mamy do czynienia z katalizą ☐ homogeniczną ☐ / ☐ heterogeniczną ☐, ponieważ katalizator i reagenty występują ☐ w tej samej fazie ☐ / ☐ w różnych fazach ☐.

Ćwiczenie 3



Uzupełnij luki w poniższym tekście odpowiednimi wyrażeniami.

W celu spowolnienia szybkości reakcji chemicznych stosowane są substancje zwane . Przykładem takiej substancji, stosowanej do stabilizacji nadtlenu wodoru, może być np. .

kwas ortofosforowy(V)

manganian(VII) potasu

inhibitorami

katalizatorami

Ćwiczenie 4



Uczniowie wykonali doświadczenie. Przygotowali dwa plastry ziemniaka. Na pierwszy z nich wklepili 3% wodny roztwór nadtlenku wodoru i przy powierzchni ziemniaka zaobserwowali wydzielanie się gazu. Następnie, rozgrzewając metalową płytkę, przyłożyli ją do powierzchni drugiego plastra. Na koniec wklepili na to miejsce identyczną ilość 3% wodnego roztworu nadtlenku wodoru. Nie zaobserwowali wydzielania się gazu.

A. Jaki gaz się wydzielił? Wybierz poprawną odpowiedź.

☐ ozon

☐ azot

☐ tlen

B. Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Wydzielił się gaz, ponieważ:

☐ ziemniak zawiera substancje katalizujące reakcję rozkładu nadtlenku wodoru.

☐ na podstawie obserwacji nie możemy wyjaśnić tego zjawiska.

☐ ziemniak zawiera substancje inhibitujące reakcję rozkładu nadtlenku wodoru.

C. Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Po kontakcie powierzchni ziemniaka z gorącym metalem nie zaobserwowano reakcji, ponieważ:

☐ pod wpływem temperatury substancje katalizujące reakcję rozkładu nadtlenku wodoru straciły swoje właściwości.

☐ wklepiono zbyt małą ilość nadtlenku wodoru.

☐ ziemniak był gorący.

Ćwiczenie 5



Uczniowie przeprowadzili eksperyment. Do probówek zawierających (P1) tlenek manganu(IV), (P2) wieprzową wątrobę, (P3) chlorek sodu, (P4) wodny roztwór chlorku żelaza(III) oraz (P5) kwas ortofosforowy(V) wkraplali 3% roztwór nadtlenku wodoru. Zaobserwowali, że w probówkach oznaczonych jako P1, P2, i P4 wydziela się bezbarwny, bezwonny gaz. Delikatnie wprowadzili nad próbówki tłące się łuczywko. W wyniku kontaktu z tym gazem łuczywo rozżarzyło się.

A. Zaznacz, w których probówkach znajdował się katalizator.

☐ P5

☐ P3

☐ P4

☐ P1

☐ P2

B. Uzupełnij nazwę gazu, którego wydzielanie się zaobserwowali uczniowie w czasie trwania eksperymentu.

azot

tlen

tlenek węgla(IV)

wodór

C. Zaznacz, w której próbówce (lub probówkach) miała miejsce kataliza heterogeniczna.

☐ P4

☐ P5

☐ P3

☐ P1

D. Zaznacz, w której probówce (lub probówkach) miała miejsce kataliza homogeniczna.

☐ P3

☐ P5

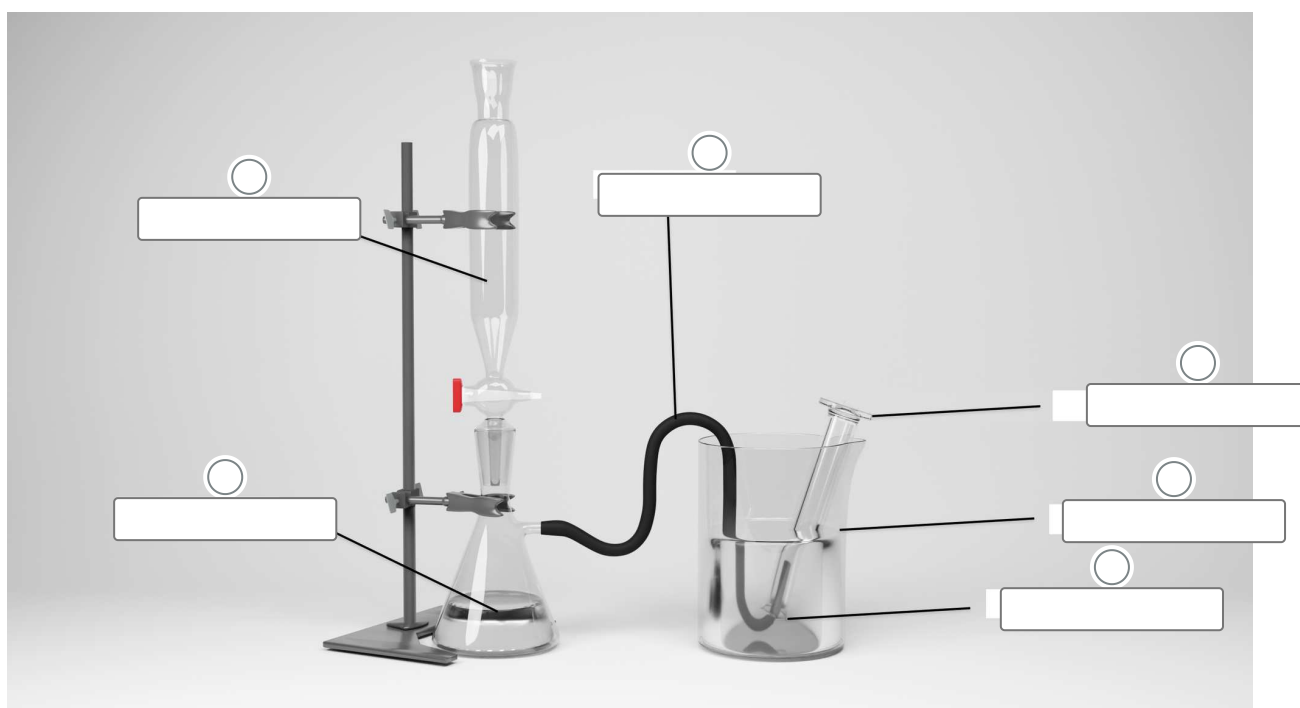
☐ P1

☐ P4

Ćwiczenie 6



Uzupełnij elementy zestawu do zbierania gazów "nad wodą".



woda

cylinder miarowy

kolba ssawkowa

zlewka

wężyk gumowy

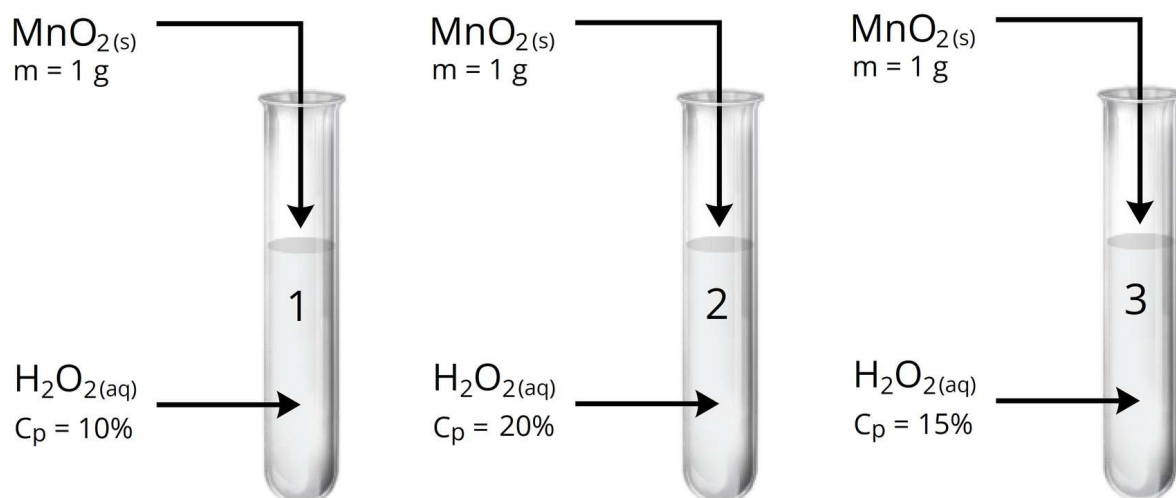
wkraplacz

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

Ćwiczenie 7



Uczeń przeprowadził doświadczenie zilustrowane na poniższym schemacie:



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

Na podstawie analizy schematu doświadczenia przeprowadzonego przez ucznia, wykonaj polecenia A i B.

A. Wskaż, który z poniższych problemów badawczych odpowiada przeprowadzonemu przez ucznia doświadczeniu.

- ☐ Czy ilość użytego tlenku manganu(IV) wpływa na szybkość reakcji rozkładu nadtlenku wodoru?
- ☐ Czy stężenie wodnego roztworu nadtlenku wodoru ma wpływ na szybkość reakcji rozkładu nadtlenku wodoru?
- ☐ Czy dodatek tlenku manganu(IV) wpływa na szybkość reakcji rozkładu nadtlenku wodoru?

B. Zaznacz wszystkie poprawne obserwacje, które mógł odnotować uczeń w czasie wykonywania analizowanego doświadczenia.

- ☐ Po zakończeniu doświadczenia na dnie każdej z probówek znajdował się osad.



☐ W żadnej z probówek nie zaobserwowano objawów reakcji.

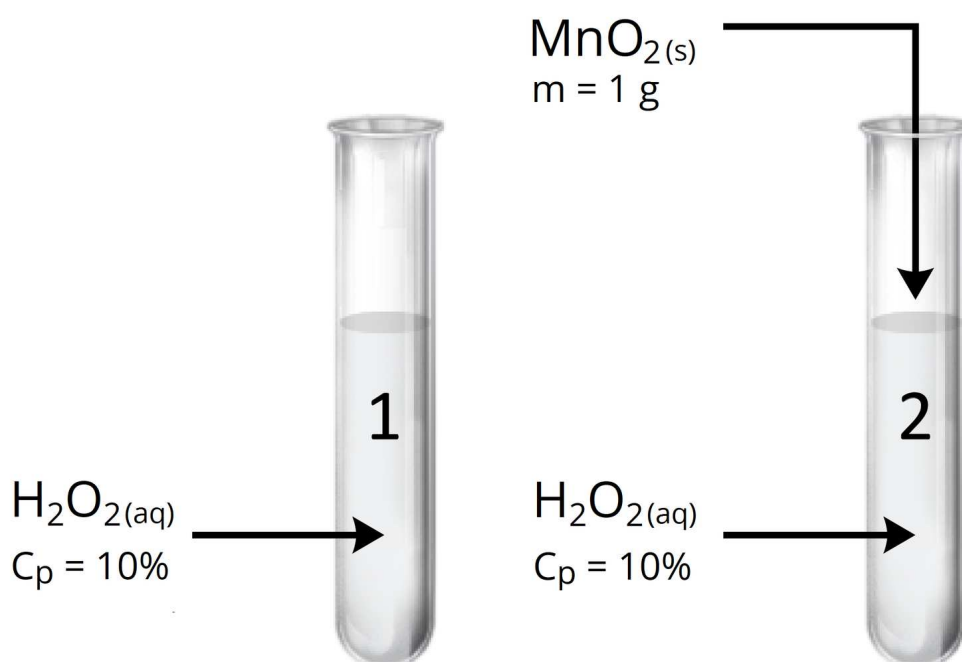
☐ W każdej z probówek wydzielał się bezbarwny, bezwonny gaz, przy czym najbardziej intensywne wydzielanie się tego gazu zaobserwowano w probówce nr 1, a najmniej intensywne - w probówce nr 2.

☐ W każdej z probówek wydzielał się bezbarwny, bezwonny gaz, przy czym najbardziej intensywne wydzielanie się tego gazu zaobserwowano w probówce nr 2, a najmniej intensywne - w probówce nr 3.

☐ W każdej z probówek wydzielał się bezbarwny, bezwonny gaz, przy czym najmniej intensywne wydzielanie się tego gazu zaobserwowano w probówce nr 1, a najbardziej intensywne - w probówce nr 2.

☐ W każdej probówce zaobserwowano roztopianie się ciała stałego.

Uczeń wykonał doświadczenie zilustrowane poniższym schematem:



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

Na podstawie analizy schematu doświadczenia przeprowadzonego przez ucznia, wykonaj polecenia od A do C.

A. Sformułuj problem badawczy, który mógłby zostać rozwiązany w oparciu o wyniki uzyskane po przeprowadzeniu powyższego doświadczenia.

B. Napisz jakie obserwacje powinien odnotować uczeń wykonując powyższe doświadczenie.

C. Sformułuj wnioski płynące z analizy doświadczenia przeprowadzonego przez ucznia.

Ćwiczenie 9



Uczniowie przygotowali zestaw do zbierania gazu „nad wodą”. Odpowiedz, dlaczego tlen można zbierać tą metodą, a tlenek węgla(IV) już nie? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi równaniami reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 10



Mając do dyspozycji 30% roztwór nadtlenku wodoru w wodzie ($d = 1,11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), należy otrzymać 20 cm^3 ($d = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) roztworu nadtlenku wodoru w wodzie o stężeniu 17%. Jakiej objętości 30% roztworu nadtlenku wodoru i wody należy użyć do przygotowania tego roztworu? Wykonaj odpowiednie obliczenia i odpowiedz na pytanie.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 11



Reakcja rozkładu nadtlenu wodoru, w obecności pewnego katalizatora, w temperaturze 298 K, przebiega zgodnie z równaniem kinetycznym:

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

Stała szybkości tej reakcji w podanej temperaturze ma wartość $0,063 \frac{1}{\text{min}}$.

Wiedząc, że stężenie początkowe nadtlenu wodoru, w użytym do reakcji roztworze, wynosiło $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ narysuj wykres zależności stężenia roztworu nadtlenu wodoru od czasu trwania reakcji oraz wykres zależności chwilowych szybkości reakcji od stężenia roztworu, w czasie trwania reakcji. Na wykresach zamieść dane dotyczące pierwszych 15 minut trwania reakcji rozkładu nadtlenu wodoru.

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: Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.

Cele kształcenia – wymagania szczegółowe

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

4) porównuje wartość energii aktywacji przebiegającej z udziałem i bez udziału katalizatora.

Zakres rozszerzony

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

6) porównuje wartość energii aktywacji przebiegającej z udziałem i bez udziału katalizatora; wyjaśnia działanie katalizatora na poziomie molekularnym.

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:

- określa wpływ stężenia na szybkość rozkładu nadtlenu wodoru;
- określa wpływ ilości katalizatora na szybkość rozkładu nadtlenu wodoru;
- omawia wpływ katalizatora na szybkość reakcji chemicznej.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć**Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału, na której przedstawione są zegary samochodowe i zadaje uczniom pytanie: Co wskazują te zegary? Jak określa się szybkość samochodu? Następnie nauczyciel zadaje uczniom pytanie o wodę utlenioną: Czy ma ona termin ważności? Dlaczego się “pieni” w kontakcie z krwią?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia „kataliza”.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

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

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny – „Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru”. Nauczyciel rozdaje uczniom karty pracy wraz z instrukcją wykonania eksperymentu. Uczniowie zapoznają się z instrukcją do ćwiczenia laboratoryjnego zamieszczoną w karcie pracy. Samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezy, chętni uczniowie podają je na forum klasy, nauczyciel weryfikuje ich poprawność merytoryczną. (Zamiast eksperymentu nauczyciel może odwołać uczniów do symulacji interaktywnej – Badanie szybkości katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru z uwzględnieniem różnych stężeń nadtlenu wodoru i różnych stężeń katalizatora.)
2. Prowadzący dzieli uczniów na grupy, rozdaje odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne, odczynniki chemiczne. Uczniowie montują zestaw i przeprowadzają eksperyment wg instrukcji, obserwują zmiany podczas eksperymentu.
3. W dalszej części uczniowie nawzajem sprawdzają poprawność obliczeń (nauczyciel służy pomocą) oraz nauczyciel nadzoruje przygotowanie przez uczniów roztworów nadtlenu wodoru.
4. Uczniowie wykonują kolejne pomiary, zapisując przy tym wyniki, a po ich zebraniu, wraz z prowadzącym, omawiają otrzymane wyniki i dyskutują nad wpływem katalizatora oraz nad wpływem stężenia na szybkość rozkładu nadtlenu wodoru, wyciągają wnioski.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zamieszczone w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Przykładowe pytanie skierowane do uczniów:
Co to jest katalizator? Kiedy mówimy o katalizie homogenicznej, a kiedy o katalizie heterogenicznej? W jakim celu stosuje się inhibitory w reakcjach chemicznych?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie gromadzą w swoim portfolio :
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja może być wykorzystana przez uczniów podczas wykonywania pracy domowej oraz podczas przygotowywania się do lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach): Co to jest katalizator? Kiedy mówimy o katalizie homogenicznej, a kiedy o katalizie heterogenicznej? W jakim celu stosuje się inhibitory w reakcjach chemicznych?
2. Karty charakterystyk substancji.
3. Instrukcja do eksperymentu:

Plik o rozmiarze 187.61 KB w języku polskim