



Jak na stan równowagi wpływa temperatura?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak na stan równowagi wpływa temperatura?

Kameleon zmienia swoje zabarwienie w zależności od warunków otoczenia. Tak samo jak kameleon – układ reakcyjny zmienia się pod wpływem działania czynników zewnętrznych i dostosowuje się do nowych warunków.

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

Reakcje chemiczne czy przemiany fizyczne, nieustannie zachodzące w roślinach, bakteriach czy innych żywych organizmach, są z otaczającym je środowiskiem w stanie równowagi. Każda zmiana powoduje jej zaburzenie, co „zmusza” układ do powrotu w poprzedni stan. Jednym z takich czynników jest temperatura, która odgrywa istotną rolę w procesach równowagowych.

Twoje cele

- Posłużysz się regułą przekory do opisu wpływu zmiany temperatury w układzie na stan równowagi reakcji.
- Określisz, jak modyfikować temperaturę w różnych reakcjach celem zwiększenia wydajności powstawania produktów.
- Zastanowisz się nad tym, jaką rolę odgrywa temperatura w reakcjach chemicznych.

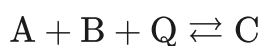
Reakcja endotermiczna

Reakcje chemiczne możemy podzielić na **reakcje endotermiczne**, które potrzebują ciepła oraz **egzotermiczne**, które to ciepło oddają. Schematycznie traktując ciepło „Q”, jako jeden z reagentów, omówimy wpływ temperatury na stan równowagi.

Przeanalizujmy hipotetyczną reakcję przebiegającą zgodnie z poniższym równaniem:



Oznaczając ciepło „Q”, zapisujemy je po stronie substratów jako jeden z elementów reakcji. W ten sposób uzyskamy zapis:



Przyjmijmy, że w układzie ustalił się już stan równowagi. W takiej sytuacji, podnosząc temperaturę, dostarczamy do układu ciepło (Q), które pełni rolę substratu. Układ zostaje zatem wytrącony ze stanu równowagi. Aby przywrócić ów stan, rozpoczyna się proces, w czasie którego układ działa „na przekór” i zużywa dostarczone ciepło. W takiej sytuacji stan równowagi przesunie się w stronę syntezy związku C.

Gdy z kolei zaczniemy ochładzać układ znajdujący się w stanie równowagi, to odbieranie ciepła będzie równoznaczne z odbieraniem jednego z substratów. Wytrącony w ten sposób ze stanu równowagi układ zaczyna odbierane przez nas ciepło odtwarzać. W ten sposób stan równowagi przesuwa się w stronę syntezy związków A i B.

REAKCJA ENDOTERMICZNA



Reakcja endotermiczna

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

Polecenie 1

Reakcja rozkładu pary wodnej na pierwiastki jest reakcją endotermiczną. Zakładając, że reakcja biegnie w układzie zamkniętym przy p , $V = \text{const}$, zapisz odpowiednie równanie reakcji, uwzględniając w nich ciepło (oznacz je literą Q). Napisz, jak na położenie stanu równowagi wpłynie ogrzewanie i ochładzanie układu.

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

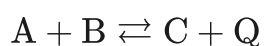
Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Reakcja egzotermiczna

Przeanalizujmy hipotetyczną reakcję:

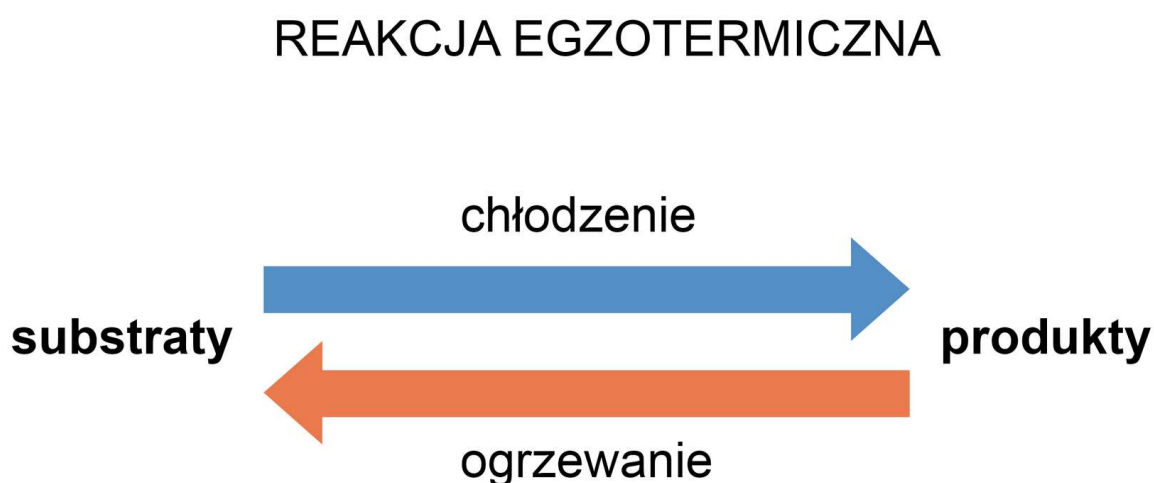


Oznaczając ciepło „ Q ”, zapisujemy je po stronie produktów jako jeden z elementów reakcji. W ten sposób uzyskamy zapis:



Przeanalizujmy, co się stanie, jeśli układ, w którym ustalił się już stan równowagi, zaczniemy ogrzewać. Układ zaczyna powracać do stanu równowagi, czyli obniżenia temperatury. Zgodnie z regułą przekory, stan równowagi przesunie się w stronę rozkładu związku C – rozkład C to proces zużywający dostarczane przez nas ciepło.

Gdy zaś zaczniemy ochładzać układ znajdujący się w stanie równowagi, odbierzemy z układu ciepło (Q). Układ znów zacznie dążyć do stanu równowagi i zacznie się proces wytwarzający ciepło. Zgodnie z regułą przekory, stan równowagi przesunie się **w kierunku produktów**.



Reakcja egzotermiczna

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

Polecenie 2

Reakcja spalania metanu w tlenie do tlenku węgla(IV) i wody jest reakcją egzotermiczną. Zakładając, że reakcja biegnie w układzie zamkniętym przy p , $V=const$, zapisz odpowiednie równanie reakcji, uwzględniając w nich ciepło (oznacz je literą Q). Napisz, jak na położenie stanu równowagi wpłynie ogrzewanie i ochładzanie układu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Podsumowując, trzeba zaznaczyć, że każda zmiana temperatury w reakcjach egzotermicznych i endotermicznych powoduje przesunięcie położenia równowagi.

W przypadku reakcji endotermicznych, dostarczenie ciepła przesuwają stan równowagi w kierunku syntezy produktów. Ochłodzenie układu wywołuje skutek odwrotny, czyli przesunięcie stanu równowagi w kierunku substratów. W przypadku reakcji egzotermicznych, dostarczenie ciepła przesuwają stan równowagi w kierunku substratów, a ochłodzenie układu w kierunku produktów.

Słownik

reakcja egzotermiczna

reakcja chem., która przebiega w warunkach izobaryczno-izotermicznych (pod stałym ciśnieniem i w stałej temperaturze) z wydzielaniem ciepła do otoczenia

reakcja endotermiczna

reakcja chem., która przebiega w warunkach izobaryczno-izotermicznych (pod stałym ciśnieniem i w stałej temperaturze) z pochłanianiem ciepła z otoczenia

reguła Le Chateliera-Brauna (reguła przekory)

reguła, wg której układ w stanie równowagi chem., poddany działaniu czynnika z zewnątrz, reaguje w taki sposób, żeby zmniejszyć wpływ tego czynnika i osiągnąć nowy stan równowagi, możliwie niezbyt odległy od stanu równowagi wyjściowej

Bibliografia

Hejwowska S., Marcinkowski R., Staluszka J., *Równowagi i procesy jonowe Chemia 3*, Gdynia 2006.

Encyklopedia PWN

Kaznowski K., Pazdro K., *Chemia podręcznik dla liceów i techników* Warszawa 2019.

Litwin M., Styka-Włazło S., Szymońska J., *To jest chemia 1*, Warszawa 2013.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samouczkiem, w którym dowiesz się, jak na zmianę położenia stanu równowagi odwracalnej reakcji chemicznej wpływa temperatura. Zwróć uwagę, jak wówczas zmienia się kierunek zmiany stanu równowagi w reakcjach endotermicznych i egzotermicznych. Na podstawie informacji zamieszczonych w filmie, rozwiąż ćwiczenia zamieszczone poniżej.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D13BnYlVi>

Film samouczek pt. „Jak na stan równowagi wpływa temperatura?”

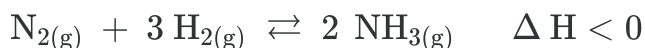
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału - wyjaśnia, jak temperatura wpływa na stan równowagi reakcji endotermicznej i egzotermicznej.

Ćwiczenie 1



Reakcja syntezy amoniaku przebiega zgodnie z równaniem:



Wzrost wydajności reakcji będzie powodowany przez:

☐ spadek temperatury.

☐ użycie inhibitora.

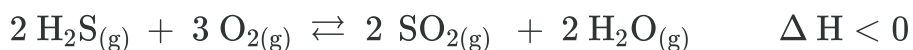
☐ wzrost temperatury.

☐ użycie katalizatora.

Ćwiczenie 2



Podwyższając temperaturę układu dla reakcji opisanej równaniem:



- ☐ spowodujemy przesunięcie położenia stanu równowagi w kierunku produktów.
- ☐ nie dojdzie do żadnej zmiany położenia stanu równowagi.
- ☐ spowodujemy przesunięcie położenia stanu równowagi w kierunku substratów.
- ☐ wzrost wydajności tej reakcji.

Ćwiczenie 3



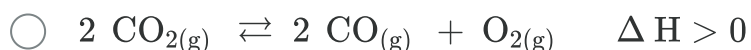
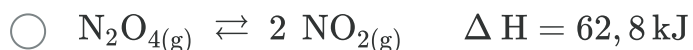
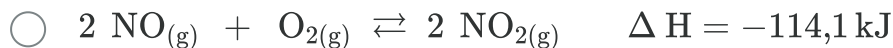
Wskaż równanie reakcji, dla której podwyższenie temperatury układu wywoła wzrost wydajności procesu.

- ☐ $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{NO} \quad \Delta H > 0$
- ☐ $2 \text{SO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{SO}_{3(\text{g})} \quad \Delta H < 0$
- ☐ $\text{N}_{2(\text{g})} + 3 \text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_{3(\text{g})} \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$
- ☐ $2 \text{H}_2\text{S}_{(\text{g})} + 3 \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{SO}_{2(\text{g})} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} \quad \Delta H = -1038 \text{ kJ}$

Ćwiczenie 4



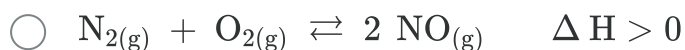
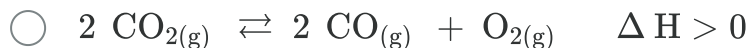
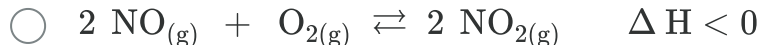
Wskaż równanie reakcji, dla której obniżenie temperatury układu wywoła wzrost wydajności procesu.



Ćwiczenie 5



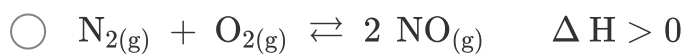
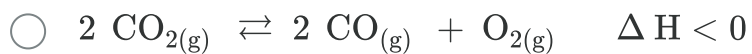
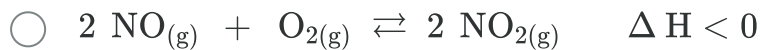
Wskaż równanie reakcji, dla której podwyższenie temperatury układu nie spowoduje wzrostu wydajności procesu.



Ćwiczenie 6



Wskaż równanie reakcji, dla której obniżenie temperatury układu nie spowoduje wzrostu wydajności procesu.



Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



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



Ćwiczenie 2



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



Ćwiczenie 3



W reakcji egzotermicznej, przebiegającej wg równania: $2 X \rightleftharpoons 2 Y + Z$, położenie stanu równowagi może



zostać przesunięte w lewo, jeśli obniżymy temperaturę, lub w prawo, jeśli podwyższymy temperaturę.



zostać przesunięte w lewo, jeśli podwyższymy temperaturę, lub w prawo, jeśli obniżymy temperaturę.

Ćwiczenie 4



W reakcji endotermicznej, przebiegającej wg równania: $2 Y + 7 X \rightleftharpoons 5 Z$, położenie równowagi może



zostać przesunięte w lewo, jeśli podwyższymy temperaturę lub w prawo, jeśli obniżymy temperaturę.



zostać przesunięte w lewo, jeśli obniżymy temperaturę lub w prawo, jeśli podwyższymy temperaturę.

Ćwiczenie 5



Pewna reakcja chemiczna zachodzi zgodnie z równaniem: $A + B \rightleftharpoons C$.

A i B są bezbarwnymi gazami, a C jest gazem o charakterystycznym fioletowym zabarwieniu. W temperaturze pokojowej, w układzie reakcyjnym, można zaobserwować lekko fioletowe zabarwienie. Po podgrzaniu układu do 400 K, zaobserwowano mocno intensywne fioletowe zabarwienie. Z kolei ochłodzenie mieszaniny do 100 K doprowadziło do całkowitego odbarwienia. Na podstawie powyższej informacji wybierz poprawne wyrażenie.

Podwyższenie temperatury spowodowało przesunięcie stanu równowagi .

Ochłodzenie układu przesunęło stan równowagi w kierunku . Na podstawie obserwacji możemy uznać, że opisana powyżej reakcja jest reakcją .

Q oznaczmy ciepło, reakcję tę możemy zapisać przy pomocy poniższego równania reakcji:



produktu

egzotermiczną

$A + B \rightleftharpoons C + Q$

endotermiczną

substratów

$A + B + Q \rightleftharpoons C$

w prawo

w lewo

Ćwiczenie 6



Reakcja spalania tlenku węgla(II) prowadzi do otrzymania tlenku węgla(IV). Wiedząc, że jest to proces endoenergetyczny, zastanów się, jak wzrost temperatury wpłynie na położenie stanu równowagi.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Reakcja magnezu z kwasem solnym jest procesem egzotermicznym. Zapisz odpowiednie równanie reakcji z uwzględnieniem ciepła (oznacz je jako Q). Napisz, jaki wpływ będzie miało podwyższenie temperatury na ten proces.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Tlenek azotu(IV) jest to gaz o brunatnym zabarwieniu. Podczas reakcji dimeryzacji w 25°C powstaje bezbarwny dimer tlenku azotu(IV).

Uczniowie wykonali doświadczenie, które ukazuje wpływ temperatury na przebieg reakcji. Otrzymali szczelnie zamkniętą ampułkę z brunatnym gazem. Następnie wprowadzili ją do zlewki z lodem i zaobserwowali zanik zabarwienia wewnątrz ampułki. Tę samą ampułkę ostrożnie włożyli do zlewki z ciepłą wodą i zwrócili uwagę, że jej zawartość zmieniła zabarwienie na brunatne.

Napisz równanie reakcji dimeryzacji tlenku azotu(IV) z uwzględnieniem ciepła (oznacz je jako Q). Na podstawie obserwacji uczniów, zastanów się, czy reakcja dimeryzacji jest reakcją egzo-, czy endotermiczną. Odpowiedź uzasadnij.

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: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak na stan równowagi wpływa temperatura?

Grupa odbiorcza: 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:

9) wymienia czynniki, które wpływają na stan równowagi reakcji; wyjaśnia, dlaczego obecność katalizatora nie wpływa na wydajność przemiany; stosuje regułę Le Chateliera-Brauna (regułę przekory) do jakościowego określenia wpływu zmian temperatury, stężenia reagentów i ciśnienia na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej.

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:

- posługuje się regułą przekory w sytuacji zmiany temperatury;
- określa sposoby zwiększenia wydajności produktu;
- ocenia jaką rolę odgrywa temperatura w reakcjach chemicznych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- eksperyment chemiczny;
- film samouczek;
- 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-podręczniku;
- tablica interaktywna/tablica biała.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału, na której przedstawiony jest kameleon, po czym zadaje uczniom pytanie:
 - Jak zachowuje się skóra kameleona w zależności od warunków?
 - Czy zachowanie kameleona można przyrównać do procesów chemicznych?
 - Czy temperatura wpływa na procesy chemiczne?
 - Co dzieje się, gdy coś ogrzewamy lub chłodzimy (biorąc pod uwagę układ reakcyjny)?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów - stworzenie mapy czynników wpływających na stan równowagi.
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, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Analiza tekstu źródłowego w e-materiale – reguła przekory, reakcje endo- i egzotermiczne. Chętni uczniowie definiują na forum wskazane pojęcia.
2. Eksperyment chemiczny: pokaz uczniowski „Wpływ temperatury na stan równowagi reakcji dimeryzacji ditlenku azotu (NO_2)” (lub zamiennie doświadczenie 2 – patrz materiały pomocnicze), zgodnie z instrukcją zamieszczoną w materiale pomocniczym. Nauczyciel wyznacza uczniów do roli asystentów, którzy otrzymują odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne i przeprowadzają eksperyment. Nauczyciel rozdaje karty pracy. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równanie reakcji, wyciągają wnioski, wszystko zapisują w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Chętni uczniowie prezentują efekty pracy na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
3. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej film samouczek zatytułowany „Jak na stan równowagi wpływa temperatura?”. Powrót do fazy wstępnej – analiza czynników wpływających na stan równowagi. Uczniowie samodzielnie sprawdzają zdobytą wiedzę, wykonują ćwiczenia załączone do medium.
4. Uczniowie, samodzielnie sprawdzając swoją wiedzę, wykonują ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Przykładowe pytania skierowane do uczniów: o czym mówi reguła przekory? Jaką reakcję nazywamy egzotermiczną? Jak przebiega reakcja endotermiczna? W jaki sposób temperatura wpływa na równowagę chemiczną reakcji? Jakie czynniki wpływają na stan równowagi chemicznej?
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 zawarte w e-materiale w części „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas wykonywania pracy domowej oraz podczas przygotowywania się do lekcji, czy sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

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

- O czym mówi reguła przekory?
- Jaką reakcję nazywamy egzotermiczną?
- Jak przebiega reakcja endotermiczna?
- W jaki sposób temperatura wpływa na równowagę chemiczną reakcji?
- Jakie czynniki wpływają na stan równowagi chemicznej?

2. Karty charakterystyk używanych substancji na lekcji.

3. Doświadczenie 1:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: 2 zlewki o obj. 1 litra, czajnik elektryczny

Odczynniki chemiczne: ampuła zawierająca ditlenek azotu, mieszanina wody i lodu; gorąca woda

Instrukcja wykonania:

- Zamknięty zbiorniczek zawierający homogeniczny roztwór gazowy NO_2 i N_2O_4 umieścić w zlewce z gorącą wodą (zbiorniczek utrzymywać w zlewce do jego równomiernego ogrzania się).
- Następnie zbiorniczek z gazem umieścić w łaźni lodowej.
- Obserwuj zmiany.

4. Doświadczenie 2: „Zmiana położenia stanu równowagi pod wpływem temperatury”

5. Szkło i sprzęt laboratoryjny: statyw do probówek, probówki, zlewki, czajnik elektryczny, pipety.

Odczynniki chemiczne: roztwór chlorku kobaltu(II) o stężeniu $0,4 \text{ mol/dm}^3$, stężony kwas chlorowodorowy, gorąca woda, zimna woda z lodem.

Instrukcja wykonania:

- Do 3 probówek wlej po 5 cm^3 roztworu chlorku kobaltu(II).
- Do każdej probówki dodaj po 3 cm^3 stężonego.
- Jedną probówkę umieść w zlewce z gorącą wodą, a drugą w zlewce z wodą z lodem, trzecia probówka pozostaje w statywie w temperaturze pokojowej.
- Obserwuj zachodzące zmiany.

6. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 68.48 KB w języku polskim