



Czy stała równowagi jest zależna od temperatury?

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



## Czy stała równowagi jest zależna od temperatury?

Rośliny reagują na zmianę temperatury i oświetlenia zwalniając procesy metaboliczne.

Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Rośliny, pod wpływem zmian atmosferycznych, zmieniają swój metabolizm. W trakcie lata są zielone, a na jesień, pod wpływem chłodu oraz mniejszej ilości światła słonecznego, robią się żółte bądź w odcieniach czerwieni, aż w końcu całkiem opadają. Jest to dobry przykład wpływu temperatury na stałą równowagi. Jak wiesz, jej wartości są ustalone dla określonych warunków ciśnienia, stężenia oraz właśnie temperatury. Czy zatem jej zmiana w układzie będzie oddziaływać na wartość stałej równowagi reakcji?

### Twoje cele

- Określisz wpływ temperatury na zmianę wartości stałej równowagi.
- Zastanowisz się nad tym, jaką rolę odgrywa temperatura w reakcjach chemicznych.
- Narzujesz wykres zależności stałej równowagi od temperatury.

# Przeczytaj

## Stała równowagi reakcji

Wraz ze zmianą temperatury obserwuje się zmianę stałej równowagi  $K$ . W zależności od tego, jakiego typu jest reakcja, **endotermiczna** czy **egzotermiczna**, obserwuje się odpowiednie zmiany wartości  $K$ .

### Ważne!

Należy pamiętać, że stała równowagi  $K$  jest wartością bezwymiarową.

Zależność stałej równowagi  $K$  od temperatury określa równanie:

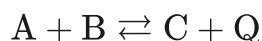
$$\ln K = A - \frac{Q}{RT}$$

gdzie:

- $K$  – stała równowagi;
- $A$  – stała charakterystyczna dla danej reakcji;
- $Q$  – ciepło reakcji  $[\frac{\text{J}}{\text{mol}}]$ ;
- $R$  – **stała gazowa** odpowiadająca wartości 8,314510  $[\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}]$ ;
- $T$  – temperatura [K].

## Reakcje egzotermiczne

W reakcjach egzotermicznych obserwujemy wydzielenie ciepła w trakcie reakcji. Schematycznie możemy to zapisać jako:



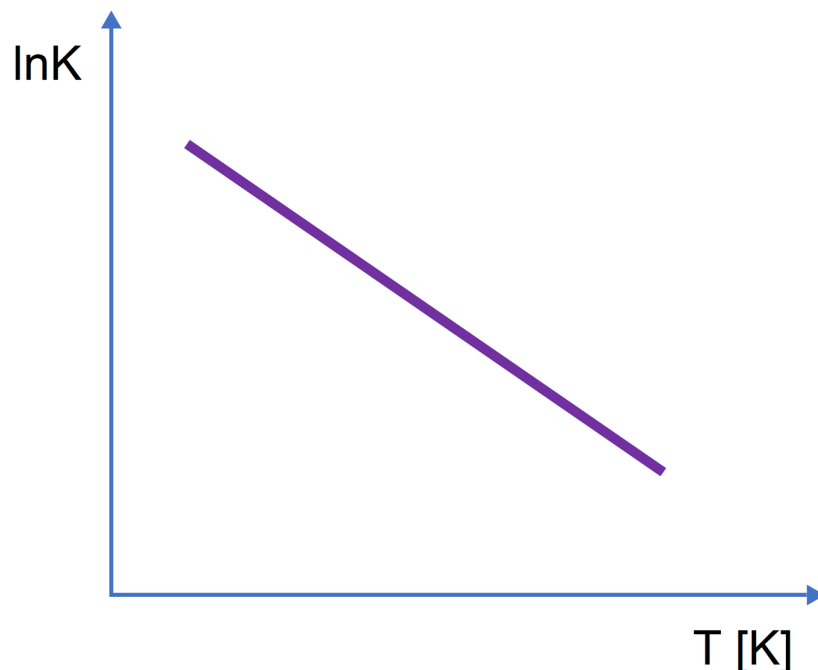
gdzie jako  $Q$  oznaczamy ciepło.

Wydzielanie ciepła z układu oznacza jego utratę. W tym wypadku wartość  $Q$  przyjmuje wartości ujemne. Po podstawieniu ujemnej wartości  $Q$  do równania:

$$\ln K = A - \frac{Q}{RT}$$

zaobserwujemy wzrost wartości  $\ln K$  wraz ze spadkiem temperatury.

W reakcjach egzotermicznych podwyższenie temperatury doprowadza do obniżenia wartości stałej  $K$ . W przypadku obniżenia temperatury – wartość stałej  $K$  rośnie. Taką zależność prezentuje poniższy wykres.



Wykres zależności logarytmu naturalnego ze stałej  $K$  od temperatury dla reakcji egzotermicznej

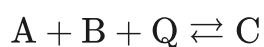
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Wraz ze wzrostem temperatury obserwujemy obniżenie wartości logarytmu ze stałej równowagi  $K$ .

## Reakcje endotermiczne

W reakcjach endotermicznych, aby zaszła reakcja, należy dostarczyć ciepła.

Schematycznie możemy to zapisać jako:



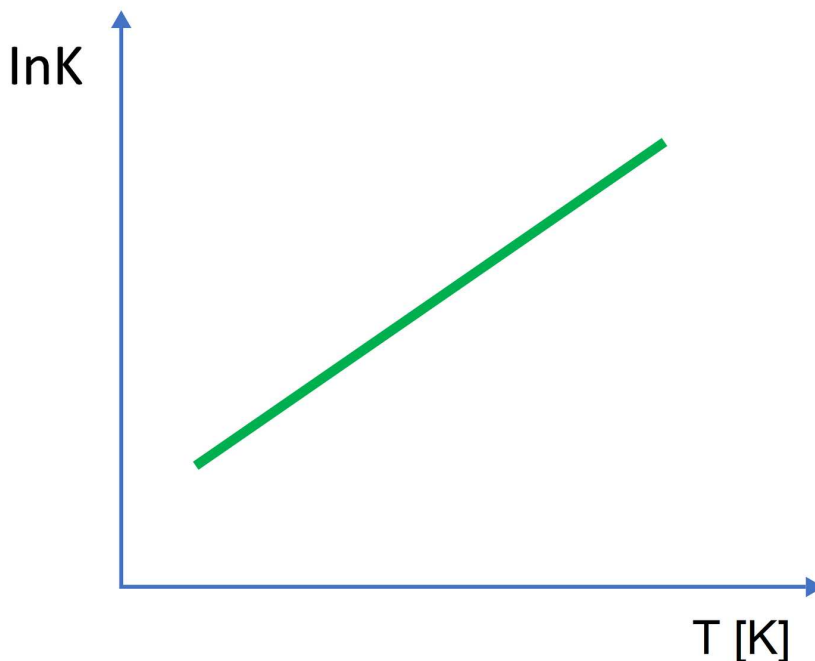
gdzie jako  $Q$  oznaczamy ciepło.

Pobieranie ciepła do układu oznacza jego przyrost. W tym wypadku wartość  $Q$  przyjmuje wartości dodatnie. Po podstawieniu dodatniej wartości  $Q$  do równania:

$$\ln K = A - \frac{Q}{RT}$$

zaobserwujemy wzrost wartości  $\ln K$  wraz ze wzrostem temperatury.

W reakcjach endotermicznych podwyższenie temperatury doprowadza do podwyższenia wartości stałej  $K$ . W przypadku obniżenia temperatury wartość stałej  $K$  maleje. Zależność taką prezentuje poniższy wykres.



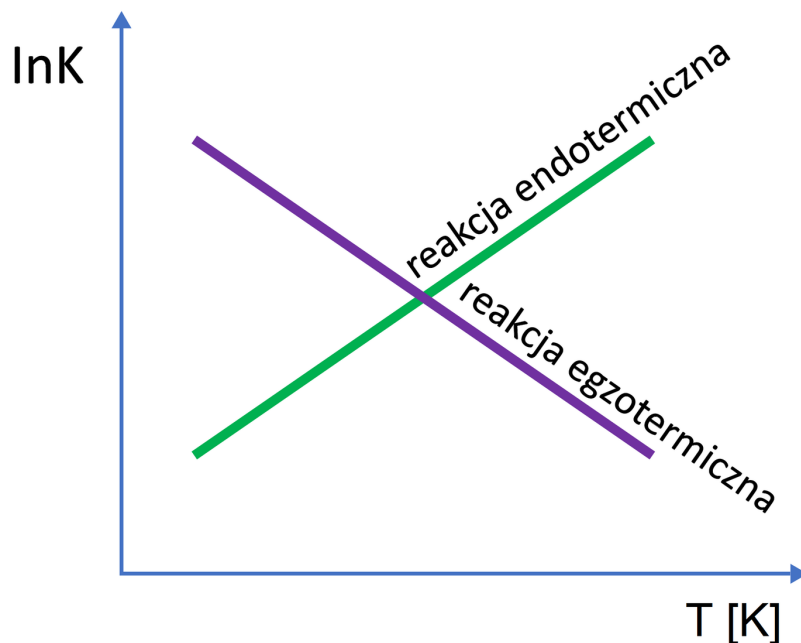
Wykres zależności logarytmu naturalnego ze stałej  $K$  od temperatury dla reakcji endotermicznej

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

Wraz ze wzrostem temperatury obserwujemy podwyższenie wartości logarytmu ze stałej równowagi  $K$ .

## Podsumowanie

Temperatura wpływa na stan równowagi reakcji chemicznych. W przypadku reakcji egzotermicznych, wzrost temperatury powoduje obniżenie wartości stałej, a obniżenie temperatury powoduje wzrost wartości stałej  $K$ . W reakcjach endotermicznych zmiana temperatury wywołuje efekt odwrotny, tzn. podwyższenie temperatury zwiększa wartość stałej  $K$ , a obniżenie temperatury zmniejsza wartość  $K$ .



Wykres zależności logarytmu naturalnego ze stałej K od temperatury dla reakcji egzo- i endotermicznej  
 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Słownik

### stała gazowa

równa pracy wykonywanej przez 1 mol gazu, ogrzewany o 1 K, w procesie izobarycznym:  
 $R = 8,314510 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$ ; dla gazu doskonałego stała gazowa równa się różnicy ciepł  
 molowych przy stałym ciśnieniu ( $C_p$ ) i stałej objętości ( $C_V$ ):

$$R = C_p - C_V$$

### reakcja egzotermiczna

reakcja chemiczna przebiegająca w warunkach izobaryczno-izotermicznych (pod stałym  
 ciśnieniem i w stałej temperaturze) z wydzielaniem ciepła do otoczenia

### reakcja endotermiczna

reakcja chemiczna przebiegająca w warunkach izobaryczno-izotermicznych (pod stałym  
 ciśnieniem i w stałej temperaturze) z pochłanianiem ciepła z otoczenia

## Bibliografia

Bana J., SolarSKI W., *Reguła Le Chateliera i Browna (Reguła przekory)*, Kraków 2010. [dostęp  
 11.11.2019 r.]

[https://zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/chemia/a\\_e\\_chemia/4\\_kinetyka\\_statyka/ii\\_04\\_00\\_00.htm](https://zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/chemia/a_e_chemia/4_kinetyka_statyka/ii_04_00_00.htm)

Encyklopedia PWN

Pigoń K., Ruziewicz Z., *Chemia fizyczna Tom 1*, 2007.

# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samuczkiem, w którym dowiesz się, czy stała równowagi jest zależna od temperatury. Zwróć uwagę na wykresy zależności stałej równowagi od temperatury w reakcjach endo- i egzotermicznych. Na podstawie informacji zawartych w filmie rozwiąż ćwiczenia, które znajdują się poniżej. W razie problemów z rozwiązaniem – zapoznaj się z filmem ponownie.

## Wystąpił błąd

Czy stała równowagi chemicznej jest zależna od temperatury?

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D19kKKuBf>

Film samouczek pt. „Czy stała równowagi jest zależna od temperatury?”

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

Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy stałej równowagi chemicznej i jej zależności od temperatury. Film wyjaśnia, jak zmienia się wartość stałej równowagi w reakcji endo- i egzoenergetycznej.

---

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



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

Ćwiczenie 5



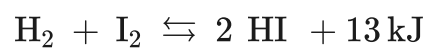
Zaznacz prawidłową definicję stałej gazowej dla gazu doskonałego.

- Dla gazu doskonałego stała gazowa równa się różnicy ciepł molowych przy stałym ciśnieniu i różnej objętości.
- Dla gazu doskonałego stała gazowa równa się różnicy ciepł molowych przy stałym ciśnieniu i stałej objętości.
- Dla gazu doskonałego stała gazowa równa się różnicy ciepł molowych przy różnym ciśnieniu i stałej objętości.

## Ćwiczenie 6



Dana jest reakcja opisana równaniem:



Oceń, jak wzrost temperatury wpłynie na wartość stałej równowagi. Odpowiedź uzasadnij.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 7



Uczeń miał za zadanie przeprowadzić reakcję estryfikacji kwasu etanowego etanolem (w środowisku stężonego kwasu siarkowego(VI)), która zachodzi zgodnie z równaniem:



W tym celu wykonał dwie próby otrzymania estru, startując za każdym razem z takiej samej ilości substratów. Poniżej przedstawiono wyniki, jakie uzyskał.

Numer reakcji	Wydajność reakcji [%]
1	5
2	60

Spróbuj ustalić, jak zmieniła się temperatura w drugiej reakcji w stosunku do pierwszej (wzrosła czy zmalała). Jak ta zmiana wpłynęła na wartość stałej równowagi? Odpowiedź uzasadnij.

**Odpowiedź:**

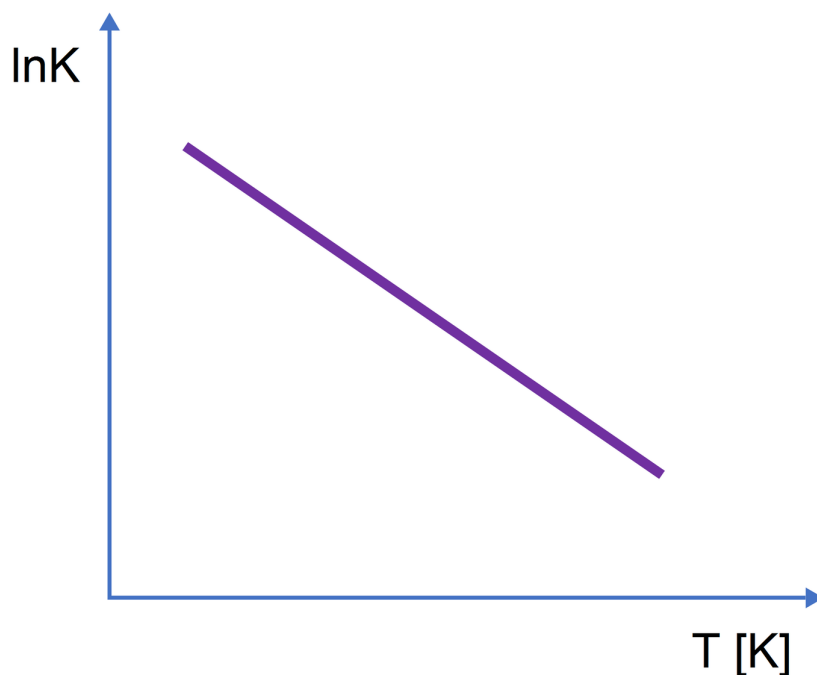
## Ćwiczenie 8



Na zajęciach uczniowie badali wpływ temperatury na stałą równowagi reakcji.



Po wykonaniu stosownych obliczeń naszkicowali wykres zależności  $\ln K$  w funkcji temperatury. Określ, na podstawie wykresu, czy reakcja ta była egzo- czy endotermiczna. Wskaż, po której stronie równania powinno zostać zapisane  $Q$ ?



Schematyczny wykres zależności  $\ln K$  w funkcji temperatury

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

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 9



Wiedząc, że reakcja  $A + B \rightleftharpoons C$  jest reakcją endotermiczną, naszkicuj wykres  $\ln K$  w funkcji temperatury. Podpisz osie oraz dopisz ciepło po odpowiedniej stronie równania reakcji (oznacz je jako  $Q$ ).

Odpowiedź zanotuj w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 10



W wyniku prażenia węglanu wapnia otrzymuje się tlenek węgla(IV) oraz tlenek wapnia. Określ, jak zmieni się wartość stałej  $K$  w trakcie zmiany temperatury. Zapisz odpowiednie równanie reakcji z uwzględnieniem ciepła (oznacz je jako  $Q$ ). Uzgodnij, jakiego typu jest to reakcja oraz naszkicuj schematyczny wykres zależności  $\ln K$  w funkcji temperatury. Pamiętaj o podpisaniu osi.

Odpowiedź zanotuj w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 11



W wyniku spalania siarki otrzymuje się tlenek siarki(IV). W trakcie spalania obserwuje się niebieski płomień oraz wydzielanie ciepła. Jakie kroki należy podjąć, aby obniżyć wartość stałej równowagi  $K$ ? Zapisz odpowiednie równanie reakcji, uwzględniając przy tym ciepło (oznacz je jako  $Q$ ). Czy na podstawie opisu można określić, czy spalanie siarki jest procesem egzo-, czy endotermicznym? Naszkicuj schematyczny wykres zależności  $\ln K$  w funkcji temperatury. Pamiętaj o podpisaniu osi.

Odpowiedź zanotuj w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w poniższym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Czy stała równowagi jest zależna od temperatury?

**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:**

- określa wpływ temperatury na zmianę wartości stałej równowagi;
- wyjaśnia rolę temperatury w reakcjach chemicznych;
- rysuje wykres zależności stałej równowagi od temperatury.

## Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

## **Metody i techniki nauczania:**

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

## **Formy pracy:**

- raca 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 biała.

## **Przebieg zajęć**

### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału na której przedstawione są liście w trakcie jesieni, po czym zadaje uczniom pytania:
  - Czy kolor liści może zmieniać się pod wpływem czynników zewnętrznych?
  - Czy zmiany zachodzące w roślinach można porównać do zmian zachodzących w układzie chemicznym?
  - Co dzieje się, gdy coś ogrzewamy lub chłodzimy?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów – stała równowagi a temperatura.
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 – stała równowagi reakcji, reakcje endo- i egzotermiczne. Chętni uczniowie definiują na forum wskazane pojęcia i wyjaśniają zależności stałej równowagi od temperatury.
2. Eksperyment chemiczny – pokaz uczniowski – „Prażenie węgla wapnia” 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, określają, jak zmieni się wartość stałej  $K$  w trakcie zmiany temperatury, zapisują odpowiednie równanie reakcji z uwzględnieniem ciepła ( $Q$ ), określają jakiego typu jest to reakcja oraz rysują schematyczny wykres zależności  $\ln K$  w funkcji temperatury, 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. Po zakończeniu rozwiązywania zadanych ćwiczeń, nauczyciel wyświetla na tablicy – film samouczek. Uczniowie w parach sprawdzają zdobytą wiedzę, wykonując 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:  
Co to jest stała równowagi chemicznej? Jak zmieni się wartość stałej równowagi reakcji egzotermicznej? Czym się różni reakcja egzotermiczna od endotermicznej?
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. Może też stanowić narzędzie pracy dla uczniów nieobecnych na lekcji.

## **Materiały pomocnicze:**

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

- Co to jest stała równowagi chemicznej?
- Jak zmieni się wartość stałej równowagi reakcji egzotermicznej?
- Czym się różni reakcja egzotermiczna od endotermicznej?

2. Doświadczenie:

**Sprzęt i szkło laboratoryjne:** probówki, statyw do probówek, łyżeczka, palnik, zapalniczka/zapałki, korek z rurką odprowadzającą, łapa do probówek.

**Odczynniki chemiczne:** węglan wapnia, woda wapienna.

## **Instrukcja wykonania:**

- Umieść ok. 2 cm<sup>3</sup> węglanu wapnia w probówce i zamknij ją korkiem z rurką odprowadzającą do drugiej probówki, tak by wylot był zanurzony w wodzie wapiennej.
- Probówkę z węglanem wapnia podgrzewaj w płomieniu palnika.
- Obserwuj zmiany.

3. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 58.75 KB w języku polskim