FOURIER education

Doświadczenia z chemii

z MiLAB™



Dystrybucja i reprodukowanie tej książki bez zgody Fourier Systems surowo zakazane.
Obecna wersja aplikacji MiLAB 2.0 kompatybilna z tabletem einstein™ oraz urządzeniami z systemem operacyjnym Android oraz iOS (współpracującymi z zestawem czujników einstein™Labmate™)
Copyright © Fourier Systems. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Spis treści

Doświadczenia według czujników 3

Wstęp 5

Miareczkowanie alkacymetryczne: reakcja NaOH z HCl 14

Reakcje egzotermiczne: rozpuszczanie NaOH w wodzie 18

Reakcje redukcji i utleniania (redoks): reakcja chlorku miedzi z aluminium 22

Reakcje endotermiczne: rozpuszczanie azotanu amonu w wodzie 26

Reakcje endotermiczne: mieszanie kryształów wodorotlenku baru z izotiocyjanianem amonu 29

Reakcje endotermiczne: reakcja roztworu kwasu cytrynowego z sodą oczyszczoną 33

Kataliza chemiczna: rozkład H_2O_2 w obecności MnO_2 37

Wpływ zmian temperatury powietrza na ciśnienie powietrza: ogólne równanie stanu gazu 41

Prawo Hessa: zachowanie energii w chemii 45

Ciepło spalania 49

Przewodność słonej wody 53

Badanie płomienia 56

Krzepnięcie i topnienie wody 58

Jeszcze raz o temperaturze krzepnięcia 61

Wartość energetyczna produktów spożywczych 64

Wartość energetyczna paliw 68

Doświadczenia według czujników

Czujnik przewodności

11. Przewodność słonej wody 54

Czujnik pH

1. Miareczkowanie alkacymetryczne: reakcja NaOH z HCl 14

2. Reakcje egzotermiczne: rozpuszczanie NaOH w wodzie 18

Czujnik ciśnienia (150 mbar –1150 mbar)

7. Kataliza chemiczna: rozkład H_2O_2 w obecności MnO_2 38

8. Wpływ zmian temperatury powietrza na ciśnienie powietrza: ogólne równanie stanu gazu 42

16. Wartość energetyczna paliw 65

Czujnik temperatury (40°C do 140°C)

1. Miareczkowanie alkacymetryczne: reakcja NaOH z HCl 14

2. Reakcje egzotermiczne: rozpuszczanie NaOH w wodzie 18

3. Reakcje redukcji i utleniania (redoks): reakcja chlorku miedzi z aluminium 22

4. Reakcje endotermiczne: rozpuszczanie azotanu amonu w wodzie 26

5. Reakcje endotermiczne: mieszanie kryształów wodorotlenku baru z izotiocyjanianem amonu 28

6. Reakcje endotermiczne: reakcja roztworu kwasu cytrynowego z sodą oczyszczoną 34

8. Wpływ zmian temperatury powietrza na ciśnienie powietrza: ogólne równanie stanu gazu 42

9. Prawo Hessa: zachowanie energii w chemii 46

10. Ciepło spalania 50

13. Krzepnięcie i topnienie wody 55

14. Jeszcze raz o temperaturze krzepnięcia 58

15. Wartość energetyczna produktów spożywczych 61

Czujnik temperatury (0ºC do 1250ºC)

12. Badanie płomienia 57

Wstęp

Niniejsza książka zawiera 16 doświadczeń chemicznych dla uczniów, przygotowanych do wykonania z wykorzystaniem oprogramowania MiLAB™ oraz czujników einstein™. Oprogramowanie MiLAB™ jest fabrycznie instalowane na tablecie einstein™, ale można też je zainstalować na dowolnym tablecie z systemem Android lub IOS, który można sparować z LabMate™. Najnowszą wersję MiLAB można pobrać z portalu edukacyjnego FOURIER (**http://fourieredu.com**).

Dla wygody dodaliśmy indeks, w którym doświadczenia zostały uporządkowane według wykorzystywanego czujnika.

einstein™ Tablet+ i zestaw czujników einstein™LabMate™

Tablet einstein™+

Tablet einstein™ obejmuje następujące elementy:
8 wbudowanych czujników:

- czujnik tętna: 0-200 uderzeń na minutę
- czujnik światła: 0-600lux, 0-6000lu, 0-150klux
- czujnik wilgotności względnej o zakresie pomiarowym: 0-100%
- czujnik temperatury: -30°C do 50°C
- czujnik promieniowania nadfioletowego: 10 W/m2, 200 W/m2, promieniowanie nadfioletowe (UV) o długości fali z przedziału 290-390 nm
    - lokalizator GPS
    - mikrofon (dźwięk)
    - czujnik G (przyspieszeniomierz)

+ 4 gniazda do podłączania czujników zewnętrznych

Zestaw czujników einstein™ LabMate

Urządzenie einstein™ LabMate zawiera:

6 wbudowanych czujników:

- czujnik tętna
- czujnik temperatury
- czujnik wilgotności
- czujnik ciśnienia
- czujnik promieniowania nadfioletowego
- czujnik światła

+ 4 gniazda do podłączania czujników zewnętrznych

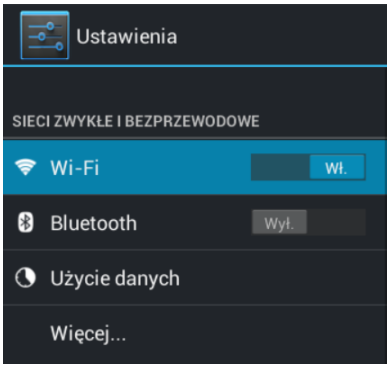
Czujniki zewnętrzne można podłączyć do dowolnego ze wspomnianych urządzeń, wkładając końcówkę kabla czujnika do jednego z gniazd czujnikowych.

Korzystanie z zestawu einstein™ LabMate

Aby można było korzystać z MiLAB™ na urządzeniu innym niż einstein™, należy najpierw sparować je z einstein™LabMate za pośrednictwem Bluetooth.

Parowanie z urządzeniem z systemem Android

1. Upewnijcie się, że urządzenie einstein™LabMate jest włączone i nie zostało sparowane z żadnym innym urządzeniem.

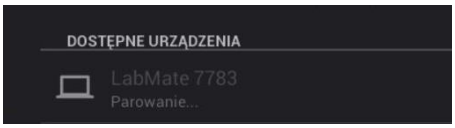


2. Na tablecie wybierzcie przycisk Main Menu [Menu główne] a następnie ikonę System Settings [Ustawienia systemowe].

3. Wybierzcie Bluetooth OFF/ON [WŁ./WYŁ.], aby włączyć [ON] Bluetooth.



4. Gdy komunikacja Bluetooth jest włączona [ON], urządzenie zacznie poszukiwać urządzeń Bluetooth.

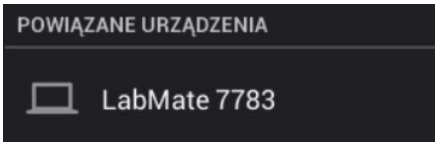


5. Gdy wykryje zestaw einstein™LabMate, pojawi się on na liście wykrywalnych urządzeń.

6. Wybierzcie zestaw einstein™LabMate, aby się z nim połączyć. Twoje urządzenie wyświetli komunikat szybkiego parowania, po którym pojawi się żądanie parowania Bluetooth.

7. Wybierzcie Pair [Paruj], aby zakończyć proces parowania.

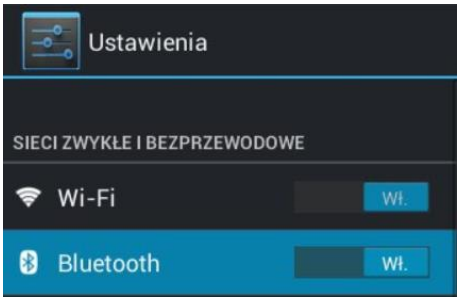
8. Po zakończeniu parowania zestaw einstein™ LabMate pojawi się pod nagłówkiem PAIRED DEVICES [sparowne urządzenia].



9. Uwaga: czas parowania może być różny, od kilku sekund nawet do kilku minut.

Usuwanie sparowania

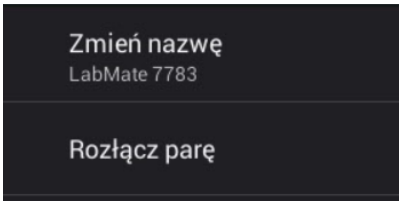
1. Na urządzeniu z systemem Android wybierzcie przycisk Main Menu [Menu główne] > ikonę System Settings [Ustawienia systemowe] > Bluetooth.



2. Wybierzcie ikonę obok zestawu einstein™ LabMate pod nagłówkiem PAIRED DEVICES [Sparowane urządzenia].



3. Wyświetlone zostanie nowe okno z opcjami Rename [Zmień nazwę] oraz Unpair [Usuń parowanie]. Wybierzcie Unpair.

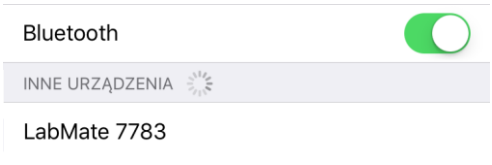


Parowanie z urządzeniem z systemem iOS

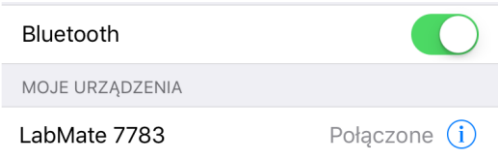
1. Upewnijcie się, że urządzenie einstein™LabMate jest włączone i nie zostało sparowane z żadnym innym urządzeniem.
2. Wybierzcie Settings [Ustawienia].



3. Wybierzcie Bluetooth OFF/ON [WŁ./WYŁ.], aby włączyć [ON] Bluetooth.
4. Gdy komunikacja Bluetooth jest włączona [ON], urządzenie zacznie poszukiwać urządzeń Bluetooth.



5. Gdy wykryje zestaw einstein™LabMate, pojawi się on na liście wykrywalnych urządzeń.
6. Wybierzcie zestaw einstein™LabMate, aby się z nim połączyć.



7. Po zakończeniu parowania, obok zestawu einstein™ LabMate pojawi się słowo Connected [Połączony].

Usuwanie sparowania

1. Wybierzcie Settings [Ustawienia].
2. Wybierzcie sparowany zestaw einstein™LabMate.

Praca z wykresami w MiLAB4™

Doświadczenia opisane w tej książce wymagają wykorzystania programu MiLAB™ do przeprowadzenia analizy wyników.

Jak czytać wykresy

Wykresy w MiLAB™ pokazują jak dane z jednego lub kilku czujników zmieniają się w czasie. Dane przedstawiane są na osi y (pionowej), czas na osi x (poziomej).

Domyślnie, wykresy MiLAB™ skalują się automatycznie, to znaczy, że wyświetlany jest cały wykres.

Aby powiększyć część wykresu, dotknijcie ekranu i rozsuńcie 2 palce.
Aby pomniejszyć wykres, zsuńcie palce.



Zsuwanie palców –
pomniejszanie obrazu.



Rozsuwanie palców –
powiększanie obrazu.

Uwaga: Można również zsuwać i rozsuwać palce wzdłuż osi x lub y, aby uzyskać powiększenie lub pomniejszenie na tych osiach.

Dotknijcie dwukrotnie wykres, aby przywrócić rozmiar wykresu automatycznie dostosowany do okna.
Można również przesuwać wykres lub osie dotykając ich i przeciągając.

Analizowanie wykresów

Analizowanie informacji zawartych na wykresie to jedna z najważniejszych i najpotężniejszych funkcji MiLAB™.
Aby przeanalizować wykres:

- Wykonajcie doświadczenie.
- Aby skorzystać z funkcji analitycznych MiLAB™ musicie wybrać co najmniej jeden punkt na wykresie, który określa się nazwą „kursor”. Wiele funkcji wymaga dwóch kursorów.

Uwaga: Jeśli używacie więcej niż jednego czujnika, oba punkty muszą się znaleźć na tej samej krzywej wykresu.

Praca z kursorami

Na wykresie można wyświetlić do dwóch kursorów jednocześnie.
Użyjcie jednego kursora, aby wyświetlić indywidualne wartości zapisanych danych wybrać krzywą lub – jeśli używacie trzech lub więcej czujników – aby wyświetlić ukrytą oś Y.
Użyjcie dwóch kursorów, aby przeanalizować dane na wykresie.

Wyświetlanie pierwszego kursora:

W oknie widoku wykresu dotknijcie dowolnego punktu na krzywej wykresu. MiLAB™ wyświetli wartości współrzędnych.



Wyświetlanie drugiego kursora:

Po umieszczeniu pierwszego kursora dotknijcie dowolnego punktu na tej samej krzywej wykresu.



Po wybraniu dwóch punktów na wykresie danych, różnice między wartościami x i y dla nich punktów zostaną wyświetlone u dołu okna wykresu.

- dX odnosi się do różnicy między wartościami współrzędnej X dla tych dwóch punktów.
- dY odnosi się do różnicy między wartościami współrzędnej Y dla tych dwóch punktów.

Przesuwanie kursora

- Dotknijcie i przytrzymajcie kursor, a następnie przeciągnijcie w prawo i w lewo wzdłuż jednej krzywej wykresu.
- Dotnijcie krzywej wykresu innego czujnika, aby przenieść kursor na tę linię.

Usuwanie kursora:

- Dotknijcie i przytrzymajcie kursor, szybko „zmieć" go z ekranu w dowolnym kierunku. Kursor zniknie z krzywej wykresu.

Praca z funkcjami

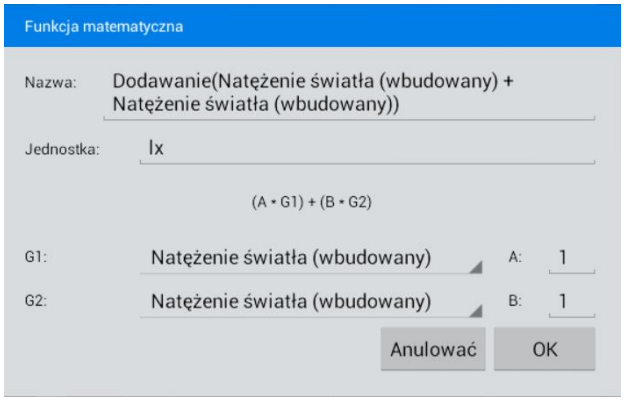
Wybranie kursora aktywuje przycisk **Funkcje** (f_x).
Dotknijcie przycisk **Funkcje**, aby uzyskać dostęp do listy dostępnych narzędzi.



Dotknijcie jednego z poleceń, aby użyć danej funkcji.
Po wybraniu danej funkcji, na wykresie pokazującym wyniki, wyświetlona zostanie nowa linia wykresu.

Niektóre funkcje – takie jak **Odejmowanie** – wymagają porównania dwóch krzywych wykresu. Aby porównać dwie linie wykresu:

- Umieśćcie dwa kursory na jednej z linii wykresu.
- Dotknijcie przycisku **Funkcja** (f_x).
- Dotknijcie przycisku **Czujniki** (⚙) obok wybranej funkcji.
- W menu **Czujniki G1** oznacza wybraną linię wykresu.



- Użyjcie menu rozwijanego **G1**, aby wybrać linię wykresu, z którą chcecie przeprowadzić porównane.
- Dotknijcie **OK**.
- Na wykresie pokazującym wyniki wyświetlona zostanie nowa linia wykresu.

Układ doświadczenia

Każde doświadczenie obejmuje następujące części:

- Wprowadzenie: krótki opis pojęć i teorii
- Sprzęt: sprzęt potrzebny do przeprowadzenia doświadczenia
- Konfiguracja sprzętu: ilustrowana instrukcja, jak przygotować sprzęt do doświadczenia
- Ustawienia czujników: zalecana konfiguracja czujników
- Procedura: instrukcja krok po kroku, pokazująca jak przeprowadzić doświadczenie
- Analiza danych
- Pytania
- Dalsze propozycje

Uszczelnianie

Wiele z doświadczeń w tej książce – szczególnie te, które wymagają pomiarów ciśnienia – wymaga dokładnego uszczelnienia używanej kolby lub probówki. Poniżej opisano, co zrobić, by mieć pewność, że te doświadczenia będą przebiegały bezproblemowo.

Uwaga: aby uzyskać dokładne uszczelnienie będziecie potrzebować takiego materiału jak modelina lub plastelina, którym można uszczelnić wszelkie otwory i szpary.

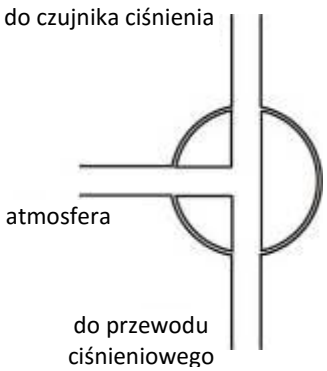
Uwaga: warto rozważyć zakup zestawu do doświadczeń z ciśnieniem (einstein™ Pressure Kit), który został zaprojektowany specjalnie z myślą o tego rodzaju doświadczeniach.

Po uszczelnieniu kolby lub probówki, można sprawdzić skuteczność uszczelnienia.

1. Dotknijcie polecenia **Start** ( ), aby rozpocząć rejestrację danych.
2. Jeśli w doświadczeniu wykorzystywane są zawory trójdrogowe obróćcie kurki zaworów trójdrogowych tak, by umożliwić swobodny przepływ powietrza z atmosfery.

do czujnika ciśnienia

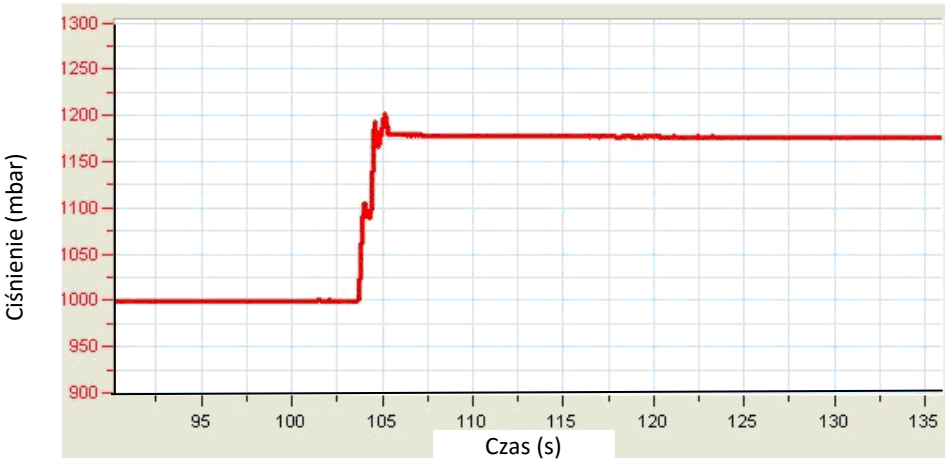
Odczyty powinny teraz pokazywać ciśnienie atmosferyczne.



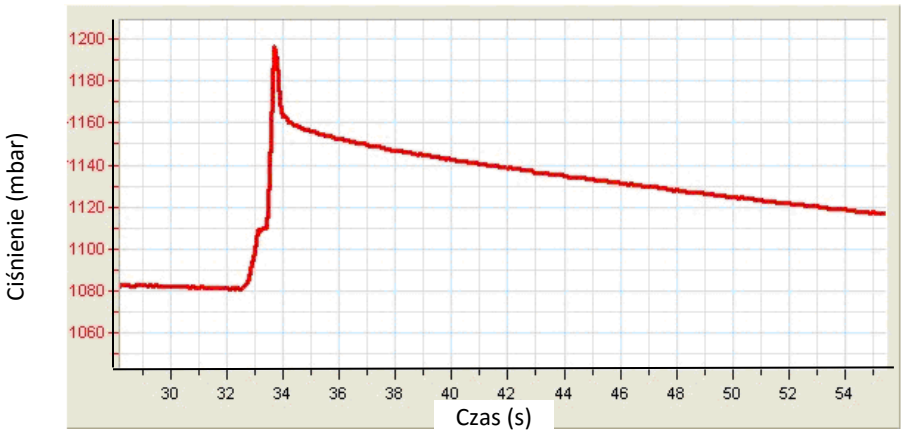
3. Jeśli w doświadczeniu wykorzystywane są zawory trójdrogowe obróćcie kurki zaworów trójdrogowych tak, by odizolować układ doświadczalny od powietrza atmosferycznego.



4. Dociśnijcie zatyczki. Ciśnienie powinno się najpierw nieco podnieść, a następnie pozostać na stałym poziomie.



5. Jeśli ciśnienie spadnie (poniższy Rys.), to znaczy, że gdzieś jest nieszczelność. Sprawdźcie dokładnie wszystkie uszczelnienia. Użyjcie takiego materiału jak modelina lub plastelina, aby uszczelnić wszelkie otwory i szpary. Powtórzcie krok 4. Jeśli to nie pomoże, wymieńcie zatyczkę.



6. Kiedy pojemniki już zostaną dobrze uszczelnione, wybierzcie **Stop** ( ).

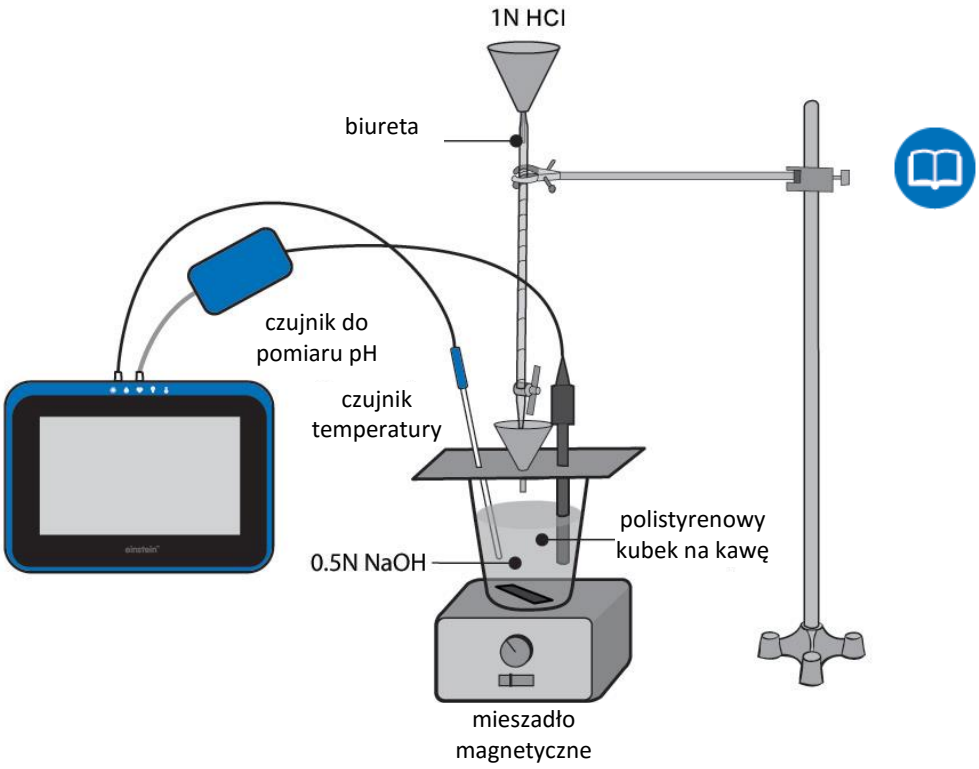
Środki ostrożności

- Należy przestrzegać standardowych procedur bezpieczeństwa, dotyczących czynności laboratoryjnych w pracowni naukowej.
- Należy koniecznie podjąć odpowiednie środki bezpieczeństwa, aby chronić nauczycieli i uczniów podczas doświadczeń opisanych w tej książce.
- Uwaga! Nie jest możliwe opisanie wszystkich środków ostrożności ani sformułowanie wszystkich ostrzeżeń!
- Fourier odrzuca wszelką odpowiedzialność prawną lub finansową z tytułu użycia sprzętu, materiałów czy opisów podanych w tej książce.

Rozdział 1

Miareczkowanie alkacymetryczne: reakcja NaOH z HCl

Rys. 1



Wprowadzenie

W wodnych roztworach dodawanie substancji zasadowych do wody prowadzi do podwyższenia pH roztworu, a dodawanie kwasów prowadzi do obniżenia pH. Zmiany wartości pH można śledzić za pomocą specjalnych barwników, nazywanych wskaźnikami pH, lub elektrody do pomiaru pH. Kwasy i zasady wzajemnie się zobojętniają, czyli wzajemnie neutralizują swoje działanie. Dodając znaną ilość kwasu do roztworu zasadowego o nieznanym stężeniu, można ustalić to stężenie poprzez dodawanie roztworu aż do jego całkowitego zneutralizowania się. Ta procedura oznaczania stężenia zasady i kwasu nazywana jest miareczkowaniem alkacymetrycznym. W czasie zobojętniania kwasy i zasady reagują ze sobą i wytwarzają substancje jonowe, które nazywamy solami.

W tym doświadczeniu zaobserwujecie (za pomocą elektrody do pomiaru pH i czujnika temperatury) zmiany pH i temperatury zachodzące podczas dodawania kwasu (kwasu solnego) do roztworu zasady (wodorotlenku sodu).

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik pH z elektrodą
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40°C do 140°C)
- polistyrenowy kubek na kawę
- pipeta/biureta 50 ml
- szklany lejek
- 50 ml NaOH o stężeniu 0,5N (w przybliżeniu)
- 100 ml roztworu HCl o stężeniu 1N
- okulary i rękawice ochronne
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie elektrodę pH do jednego z gniazd w Tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w Tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
4. Wybierzcie czujniki pH i temperatury.
5. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik pH	
Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	2000 sek.

Procedura doświadczalna

W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

1. Przygotujcie polistyrenową pokrywkę do przykrycia polistyrenowego kubka na kawę. Pokrywka powinna być płaska i większa od obwodu kubka (Rys. 1).
2. W pokrywce zróbcie trzy otwory: jeden na elektrodę do pomiaru pH, drugi na czujnik temperatury, a trzeci na szklany lejek.
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kubka.
4. Dodajcie 50 ml roztworu NaOH o stężeniu 0,5 N do kubka.
5. Postawcie kubek na mieszadle magnetycznym.

6. Połóżcie pokrywkę na kubku.
7. Zacznijcie mieszać roztwór NaOH w kubku.
8. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
9. Poczekajcie, aż odczyty z czujników ustabilizują się.
10. Przez lejek dodawajcie kroplę po kropli 1 N roztworu HCl z biurety do kubka.
11. Obserwujcie zmiany pH i temperatury w oknie **Wykres** programu MiLAB™.
12. Gdy pH zacznie się zmieniać, zatrzymajcie wkraplanie HCl i zanotujcie objętość HCl dodanego do tego momentu.
13. Zacznijcie znowu wkraplać HCL, bardzo uważnie obserwując zmiany pH.
14. Zatrzymajcie wkraplanie HCl natychmiast, gdy poziom pH ustabilizuje się.
15. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Na wykresie zaznaczcie początkową wartość pH roztworu i końcową wartość pH.
2. Jak się zmieniała wartość pH w trakcie procesu zobojętniania? Jaką objętość HCl dodano do chwili, gdy pH zaczęło się zmieniać? Porównajcie ją z objętością HCl dodanego do chwili, gdy NaOH został całkowicie zobojętniony.
3. Na wykresie zaznaczcie czas, kiedy pH zaczęło się zmieniać, a następnie zaznaczcie punkt zobojętnienia. Ile czasu zajął cały proces?
4. Na wykresie zaznaczcie temperaturę początkową i temperaturę końcową. Jak się zmieniała temperatura w trakcie doświadczenia?
5. Obliczcie ciepło reakcji Q

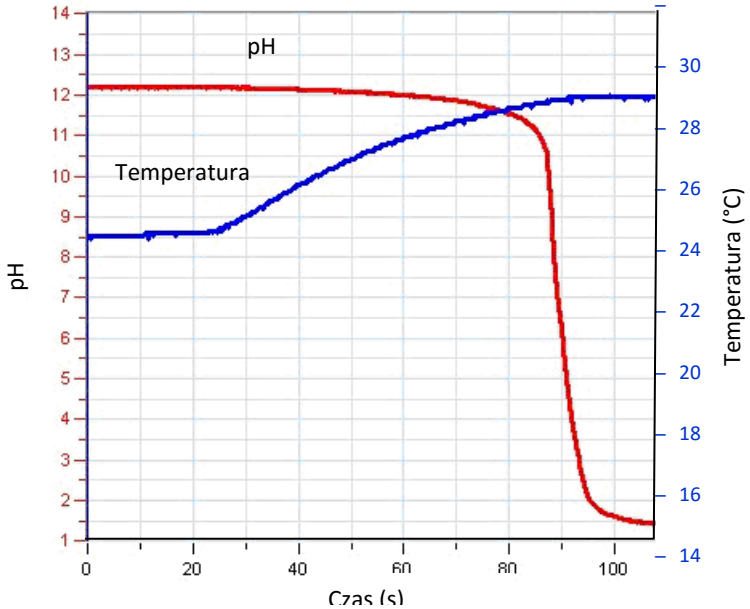
$$Q = mC_p\Delta T \qquad (1)$$

Gdzie:

m = masa wody
C_p = pojemność cieplna wody przy stałym ciśnieniu
ΔT = zmiana wartości temperatury

Uwaga: Ciepło właściwe wody w temperaturze 25°C wynosi 4,18 (J/g*°C).

Niżej pokazano przykładowy wykres uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

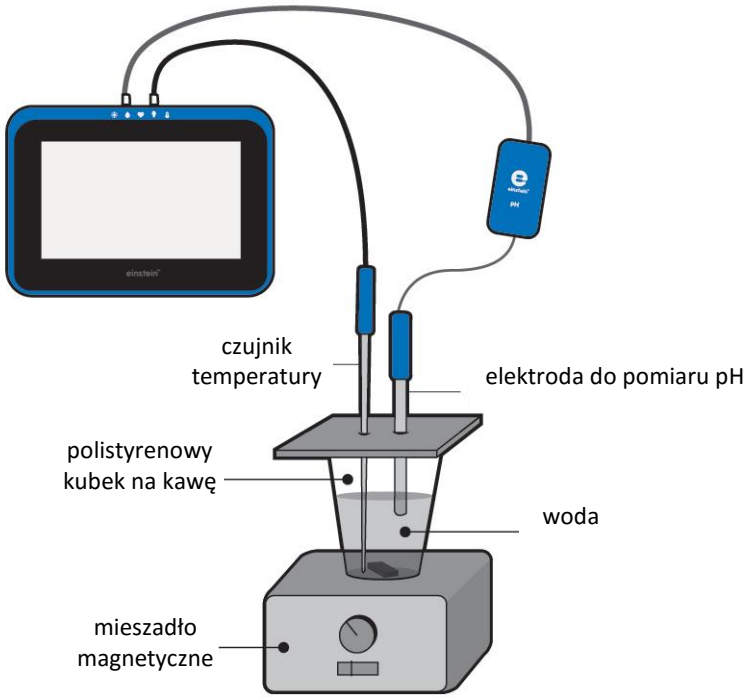
1. Czy zaobserwowaliście szybką zmianę pH? Wyjaśnijcie różnicę między krótkim czasem potrzebnym, by dokonały się te zmiany pH i czasem całego procesu zobojętniania.
2. Czy reakcja zobojętniania jest reakcją egzotermiczną, czy endotermiczną? Wnioski wysnujcie na podstawie przeprowadzonego doświadczenia.
3. Spróbujcie przewidzieć, co by się stało, gdyby miareczkowanie alkacymetryczne zostało przeprowadzone z użyciem innych stężeń NaOH w kubku. Jak zmieniałoby się pH w każdym takim przypadku? Jaki byłby zakres zmian temperatury?
4. Jaki byłby skutek reakcji innych kwasów (takich jak np. kwas octowy) z NaOH?

Dalsze propozycje

1. Użyjcie różnych stężeń NaOH przy stałym stężeniu HCl.
2. Obliczcie nieznane stężenia miareczkowanego NaOH (lub HCl). Można to zrobić ustawiając stałe tempo przepływu kwasu (lub zasady) z biurety. Za pomocą wartości tego tempa przepływu oraz danych czasowych z wykresu obliczcie ilość titranta dodanego do roztworu.
3. Przeprowadźcie miareczkowanie alkacymetryczne z użyciem różnych rodzajów kwasów i/lub zasad: słabego kwasu z silną zasadą i odwrotnie.

Rozdział 2

Reakcje egzotermiczne: rozpuszczanie NaOH w wodzie



Rys. 1

Wprowadzenie

Niemal wszystkie reakcje chemiczne wiążą się albo z uwalnianiem, albo z wchłanianiem ciepła. Reakcje te klasyfikuje się jako egzotermiczne lub endotermiczne. Proces egzotermiczny to taka reakcja chemiczna, w której uwalniane jest wytworzone ciepło. Gdy przeprowadzicie reakcję egzotermiczną w kolbie, ta początkowo ogrzeje się. Ciepło z kolby będzie przepływać do otoczenia dopóty, dopóki nie ustali się równowaga temperaturowa. Kalorymetr to urządzenie służące do pomiaru ciepła wchłanianego lub wytwarzanego podczas reakcji chemicznej.

Ciepło reakcji można obliczyć za pomocą z następującego równania:

$$Q = mC\Delta T \qquad (1)$$

Gdzie:

Q = ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego

m = masa substancji

C = pojemność cieplna substancji

ΔT = zmiana wartości temperatury.

W tym doświadczeniu obserwujecie zmiany temperatury, które zachodzą podczas rozpuszczania wodorotlenku sodu w wodzie. Polistyrenowy kubek na kawę posłuży wam za kalorymetr.

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik do pomiaru pH
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40ºC do 140ºC)
- polistyrenowy kubek na kawę
- 10 g NaOH
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik pH do jednego z gniazd w Tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate. Wybierzcie czujniki pH i temperatury.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik pH (zakres pomiaru 0-14)	
Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	5000 sek.

Procedura doświadczalna

W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

1. Przygotujcie polistyrenową pokrywkę do przykrycia polistyrenowego kubka na kawę. Pokrywka powinna być płaska i większa od obwodu kubka (Rys. 1).
2. W pokrywce zróbcie dwa otwory: jeden na elektrodę do pomiaru pH, drugi na czujnik temperatury.
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kubka.
4. Nalejcie 100 ml wody z kranu do kubka.
5. Postawcie kubek na mieszadle magnetycznym.
6. Połóżcie pokrywkę na kubku, zostawiając wąską szczelinę, tak, by można było dosypać NaOH.
7. Zacznijcie mieszać wodę w kubku.
8. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
9. Poczekajcie, aż odczyty z czujników ustabilizują się.

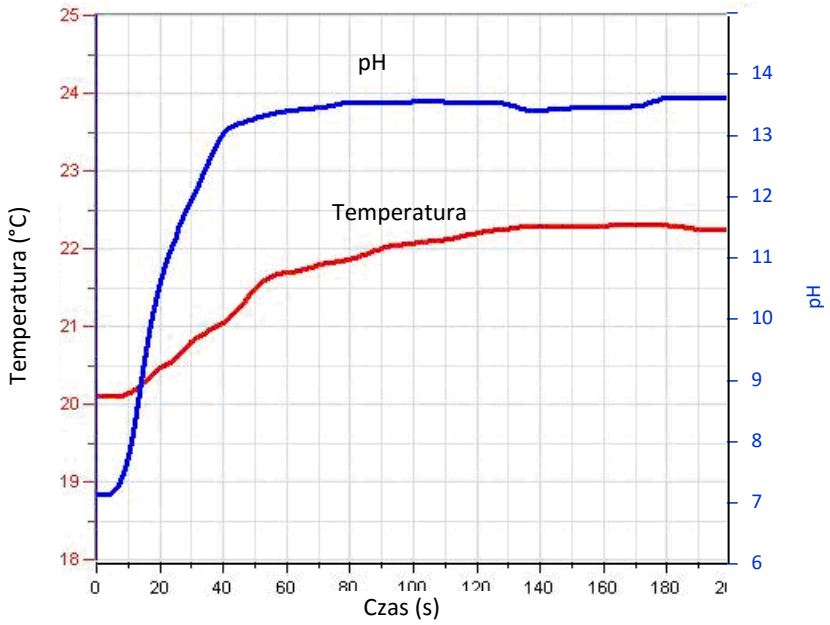
10. Zacznijcie mieszać wodę w kubku.
11. Dodajcie 2 g krystalicznego NaOH do kubka i natychmiast przykryjcie go szczelnie pokrywką.
12. Obserwujcie zarejestrowane zmiany pH i temperatury dopóty, dopóki odczyty nie ustabilizują się.
13. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
14. Zapiszcie dane wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Jak się zmieniało pH w trakcie procesu rozpuszczania?
   Za pomocą kursorów zaznaczcie na wykresie początkową wartość pH i końcową wartość pH.
   a. Zanotujcie różnicę między tymi dwiema wartościami.
   b. Zanotujcie, ile czasu zabrało osiągnięcie końcowej wartości pH.
   c. Zanotujcie różnicę między tymi dwiema wartościami pH.
2. Za pomocą kursorów ustalcie zmianę temperatury podczas procesu.
3. Obliczcie ciepło reakcji, używając ustalonej wartości zmiany temperatury (ΔT) oraz równania 1.

Uwaga: Ciepło właściwe wody w temperaturze 25°C wynosi 4,18 (J/g*°C).

Poniżej pokazano przykładowy wykres uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

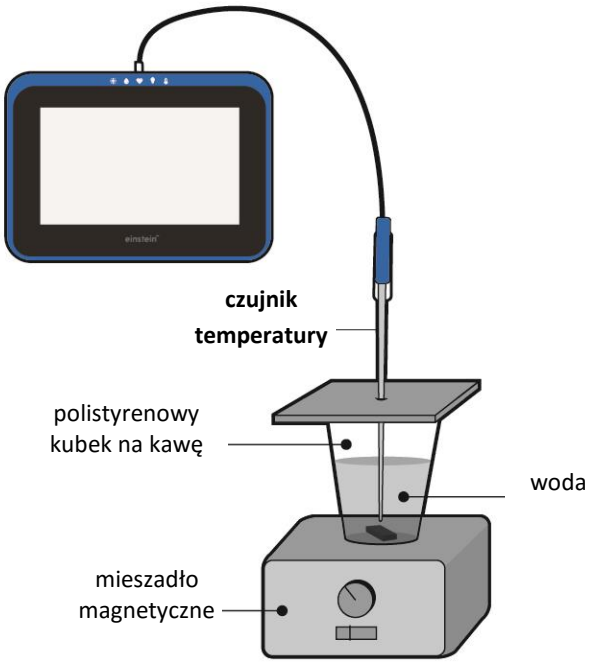
1. Czy pH zmieniło się szybko? Porównajcie czas zmian pH z czasem zmian temperatury.
2. Wyjaśnijcie różnicę między czasem potrzebnym do zmiany pH, a czasem zmian temperatury.
3. Czy rozpuszczanie NaOH jest reakcją egzotermiczną, czy endotermiczną? Czy jest to reakcja gwałtowna? Wnioski wysnujcie na podstawie obserwacji przeprowadzonego doświadczenia.
4. Spróbujcie zgadnąć, jak zmieniałby się wykres, gdybyście do wody dodawali różne ilości NaOH. Jak zmieniałoby się pH w każdym takim przypadku? Jaki byłby zakres zmian temperatury?

Dalsze propozycje

1. Rozpuśćcie różne ilości NaOH w wodzie. W każdym przypadku obserwujcie zmiany pH i temperatury. Obliczcie ciepło reakcji dla każdego przypadku.
2. Zbadajcie wpływ pH wody na rozpuszczanie NaOH. Obserwujcie ciepło reakcji w roztworze buforowym. Ewentualnie rozpuśćcie KOH lub NH_4OH w wodzie przed rozpuszczeniem NaOH.
3. Przeprowadźcie dodatkową reakcję egzotermiczną. Rozpuśćcie bezwodny $CuSO_4$ (białe kryształki) w wodzie. Rozpuszczanie siarczanu miedzi w wodzie powoduje wytworzenie niebieskiego roztworu wodnego jonów miedzi.

Rozdział 3

Reakcje redukcji i utleniania (redoks): reakcja chlorku miedzi z aluminium



Rys. 1

Wprowadzenie

W reakcjach redoks zachodzi wymiana elektronów między dwoma atomami. O związku chemicznym, który traci elektron mówimy, że ulega utlenianiu, a o tym, który pozyskuje elektron, że ulega redukcji.
Związek chemiczny ulegający utlenianiu nazywa się reduktorem, a związek chemiczny ulegający redukcji nazywa się utleniaczem.
Liczba utleniania to liczba identyczna z liczbą wartościowości czy też liczbą wiązań, które atom może utworzyć, ale dodaje się do niej znak +, aby wskazać brakujące elektrony, lub też znak -, aby wskazać dodatkowe elektrony. I tak, liczba utleniania chloru w kwasie chlorowodorowym to -1, zaś w kwasie podchlorawym to +1. Podobnie można mówić, że liczba utleniania chloru w kwasie chlorowym ($HClO_3$) to +5, zaś w kwasie nadchlorowym ($HClO_4$) to +7.
W tym doświadczeniu zaobserwujecie zmiany temperatury, które zachodzą podczas następującej reakcji redoks:

$$(1) \quad 3Cu^{2+}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)} + 2Al^{0}_{(s)} \rightarrow 3Cu^{0}_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)}$$

(2) Aluminium (Al) uległo utlenieniu do Al^{3+}, a miedź Cu^{2+} uległa redukcji do Cu.

Ciepło reakcji można obliczyć z następującego równania:

(3) $$Q = mC\Delta T$$

Gdzie:

Q = ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego

m = masa substancji

C = pojemność cieplna substancji

ΔT = zmiana wartości temperatury

Sprzęt

- tablet einstein™+ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40º C do 140ºC)
- polistyrenowy kubek na kawę
- 5 g $CuCl_2$
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem
- folia aluminiowa
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™+ lub zestawie czujników einstein™LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co sekundę
Liczba pomiarów:	200 próbek

Procedura doświadczalna

W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

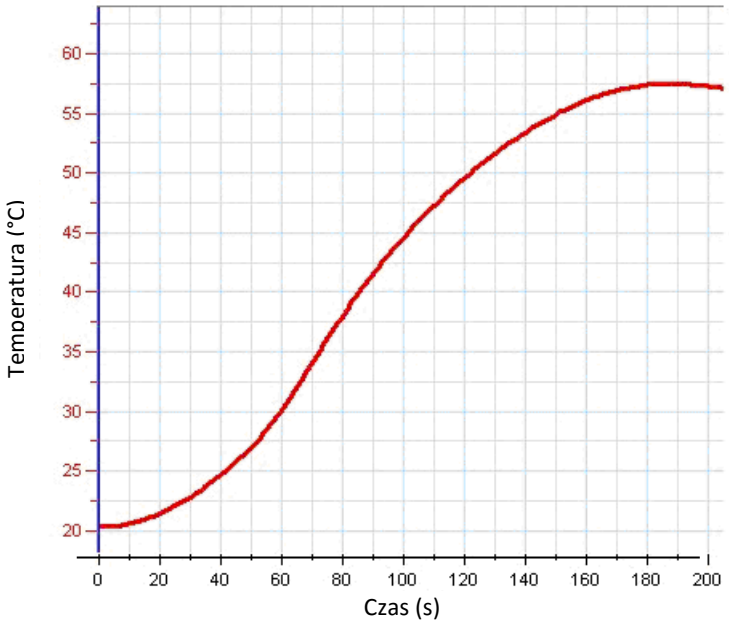
1. Przygotujcie polistyrenową pokrywkę do przykrycia polistyrenowego kubka na kawę. Pokrywka powinna być płaska i większa od obwodu kubka.
2. Zróbcie w pokrywce otwór na czujnik temperatury (Rys. 1).
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kubka.
4. Wlejcie 50 ml wody z kranu do kubka. Włóżcie do kubka magnetyczne mieszadełko.
5. Postawcie kubek na mieszadle magnetycznym.
6. Połóżcie pokrywkę na kubku, zostawiając wąską szczelinę, tak, by można było dodać $CuCl_2$.
7. Zacznijcie mieszać wodę w kubku.
8. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych. Poczekajcie, aż odczyty z czujników ustabilizują się.
9. Dodajcie 5 g krystalicznego $CuCl_2$ do kubka i natychmiast przykryjcie go szczelnie pokrywką.
10. Włóżcie folię aluminiową do kubka i ponownie przykryjcie go szczelnie pokrywką.
11. Na monitorze obserwujcie rejestrowane zmiany temperatury dopóty, dopóki temperatura nie przestanie się zmieniać.
12. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
13. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Na wykresie zaznaczcie temperaturę początkową i końcową. Jaka jest różnica między nimi? Jak się zmieniała temperatura w trakcie tej reakcji redoks? Ile czasu było potrzeba, by reakcja osiągnęła temperaturę końcową?
2. Obliczcie ciepło reakcji za pomocą równania 2.

Uwaga: Ciepło właściwe wody w temperaturze 25°C wynosi 4,18 J/g°C .

Poniżej pokazano przykładowy wykres temperatury jako funkcji czasu, uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

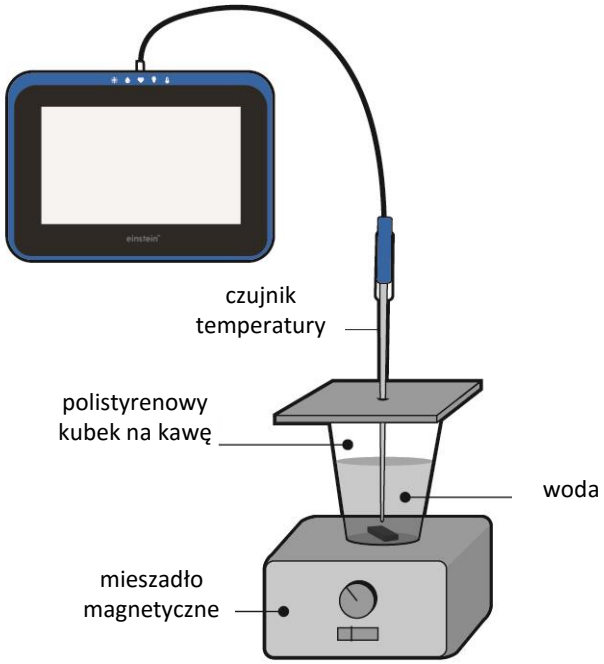
1. Jak zmienił się kolor folii aluminiowej?
2. Zapiszcie reakcję, która zaszła. Zapiszcie osobne równania reakcji redoks dla miedzi i dla aluminium.
3. Który substrat uległ redukcji, a który utlenieniu?

Dalsze propozycje

1. Wrzućcie kawałek żelaza do roztworu chlorku miedzi. Zapiszcie reakcję, która zaszła. Zapiszcie osobne równania reakcji redoks.
2. Wrzućcie kawałek metalicznego cynku do rozcieńczonego kwasu solnego. Uwolni się wodór (H_2). Zapiszcie ogólne równanie reakcji i osobne równania reakcji redoks dla tej reakcji. Który substrat uległ redukcji? Który substrat uległ utlenieniu?

Rozdział 4

Reakcje endotermiczne: rozpuszczanie azotanu amonu w wodzie



Rys. 1

Wprowadzenie

Proces endotermiczny to taka reakcja chemiczna, w której pochłaniane jest ciepło. Gdy przeprowadzicie reakcję endotermiczną w kolbie, ta początkowo schłodzi się. Ciepło z otoczenia będzie przepływać do kolby dopóty, dopóki nie ustali się równowaga temperaturowa.
W tym doświadczeniu zaobserwujecie zmiany temperatury zachodzące podczas rozpuszczania krystalicznego azotanu amonu w wodzie.
Ciepło reakcji można obliczyć za pomocą następującego równania:

$$(1) \quad Q = mC\Delta T$$

Gdzie:
Q = ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego
m = masa substancji
C = pojemność cieplna substancji.
ΔT = zmiana wartości temperatury

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40° C do 140° C)
- 5 g NH_4NO_3
- polistyrenowy kubek na kawę
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania tak, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	500 sek.

Procedura doświadczalna

W trakcie doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

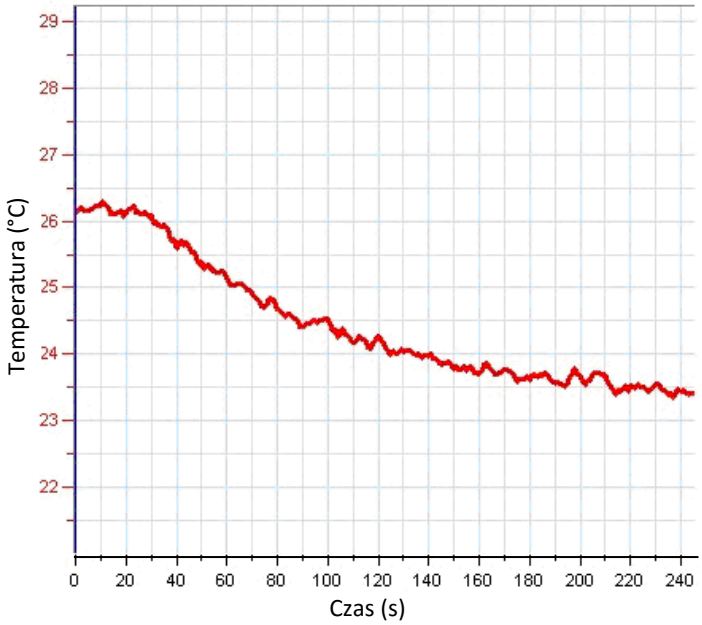
1. Przygotujcie polistyrenową pokrywkę do przykrycia polistyrenowego kubka na kawę. Pokrywka powinna być płaska i większa od obwodu kubka.
2. Zróbcie otwór w pokrywce i włóżcie w nią czujnik temperatury.
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kubka.
4. Nalejcie 50 ml wody z kranu do kubka.
5. Postawcie kubek na mieszadle magnetycznym.
6. Połóżcie pokrywkę na kubku, zostawiając wąską szczelinę, tak, by do kubka można było dosypać NH_4NO_3.
7. Zacznijcie mieszać wodę w kubku.
8. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
9. Poczekajcie, aż odczyty z czujnika ustabilizują się.
10. Dodajcie 5 g NH_4NO_3 do kubka i natychmiast przykryjcie go szczelnie pokrywką.
11. Na monitorze obserwujcie rejestrowane zmiany temperatury dopóty, dopóki temperatura nie przestanie się zmieniać.
12. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
13. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Za pomocą kursorów wybierzcie na wykresie temperaturę początkową i temperaturę końcową.
2. Jak zmieniła się temperatura podczas rozpuszczania krystalicznego azotanu amonu w wodzie?
3. Jaka jest różnica między wartościami początkową i końcową?
4. Ile czasu było potrzeba, by reakcja osiągnęła temperaturę końcową?
5. Obliczcie ciepło reakcji za pomocą równania 1.

Uwaga: Ciepło właściwe wody w temperaturze 25°C wynosi 4,18 (J/g*°C).

Poniżej pokazano przykładowy wykres temperatury jako funkcji czasu, uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

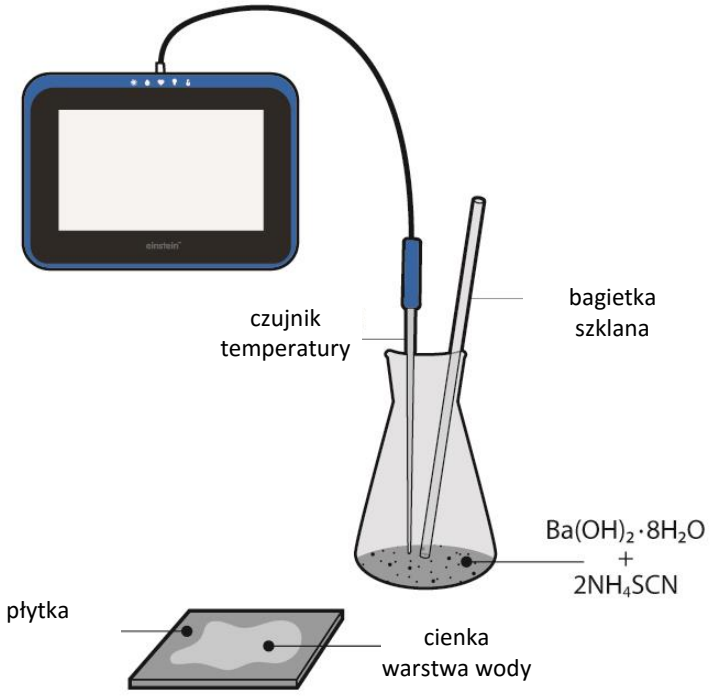
1. Jakiego rodzaju reakcją chemiczną jest proces rozpuszczania azotanu amonu w wodzie? Wnioski wysnujcie na podstawie obserwacji przeprowadzonego doświadczenia.
2. Spróbujcie przewidzieć wyniki rozpuszczania różnych ilości NH_4NO_3 w wodzie. Jaki miałoby to wpływ na zmianę temperatury?
3. Jaki byłby skutek ogrzania wody przed rozpuszczeniem NH_4NO_3? Jaki byłby skutek ochłodzenia wody?

Dalsze propozycje

1. Rozpuśćcie różne ilości NH_4NO_3 w wodzie. W każdym przypadku obserwujcie zmiany temperatury. Obliczcie ciepło reakcji dla każdego przypadku.
2. Zbadajcie wpływ zwiększenia i zmniejszenia początkowej temperatury wody na rozpuszczanie NH_4NO_3.

Rozdział 5

Reakcje endotermiczne: mieszanie kryształów wodorotlenku baru z izotiocyjanianem amonu



Rys. 1

Wprowadzenie

Gdy dwie substancje krystaliczne – $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ i NH_4SCN – są dokładnie mieszane w kolbie, zachodzi następująca reakcja pochłaniająca ciepło, czyli inaczej reakcja endotermiczna:

(1) $$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O + 2NH_4SCN \longrightarrow Ba(SCN)_2 + 2NH_3 + 10H_2O$$

Substancję gazową – tj. amoniak (NH_3), która tworzy się w tej reakcji, można łatwo wykryć, ponieważ ma ona ostry zapach.

Jeśli kolbę, bardzo zimną w dotyku, postawicie na płytce pokrytej cienką warstwą wody, kolba przymarznie do płytki.

W tym doświadczeniu zaobserwujecie zmiany temperatury, zachodzące podczas mieszania krystalicznego oktahydratu wodorotlenku baru z izotiocyjanianem amonu. Zobaczycie również przymarzanie kolby reakcyjnej do płytki w wyniku schładzania zachodzącego podczas reakcji endotermicznej.

Ciepło reakcji można obliczyć z następującego równania:

$$Q = mC\Delta T \quad (2)$$

Gdzie:
Q = ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego
m = masa substancji
C = pojemność cieplna substancji
ΔT = zmiana wartości temperatury

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40° C do 140° C)
- 2 g $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$
- 4 g NH_4SCN
- drewniana lub plastikowa płytka o wymiarach ok. 5 cm x 5 cm
- szklana kolba 100 ml
- bagietka szklana długości 10 cm
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania tak, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

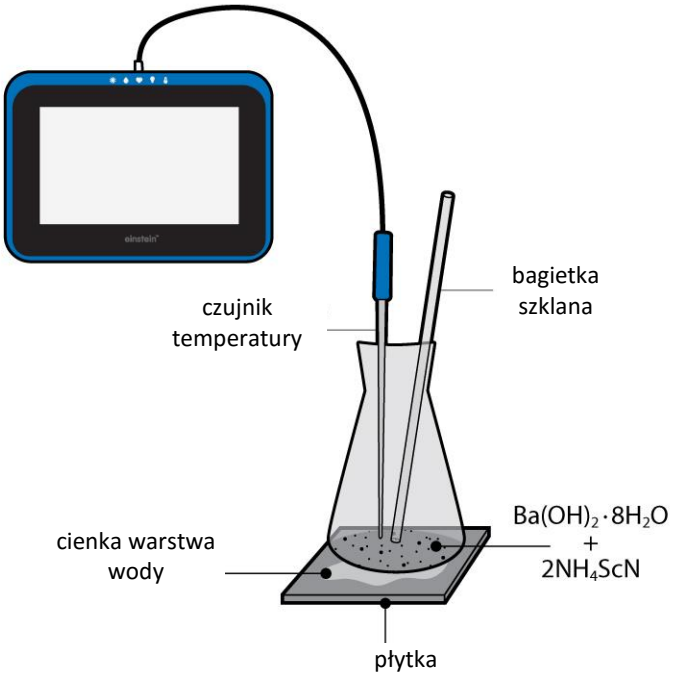
Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	200 sek.

Procedura doświadczalna

W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

1. Lejcie wodę na płytkę, dopóki nie pokryje się ona cienką warstwą wody.
2. Odważcie 2 g $Ba(OH)_2 \times 8H_2O$ do szklanej kolby o pojemności 100 ml.
3. Włóżcie czujnik temperatury w kryształki wodorotlenku baru w kolbie.
4. Odważcie 4 g izotiocyjanianu amonu.
5. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.

6. Poczekajcie, aż odczyty z czujnika temperatury ustabilizują się.
7. Dodajcie odważoną ilość NH_4SCN do kolby zawierającej $Ba(OH)_2 \times 8H_2O$.
8. Ustawcie kolbę na płytce pokrytej wodą tak, jak pokazano na Rys. 1a.



Rys. 1a

1. Dokładnie wymieszajcie substancje w kolbie za pomocą szklanej bagietki.
2. Obserwujcie zmiany temperatury w kolbie, dopóki temperatura nie przestanie się zmieniać.
3. Gdy temperatura ustabilizuje się, wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
4. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).
5. Spróbujcie zdjąć kolbę z płytki.

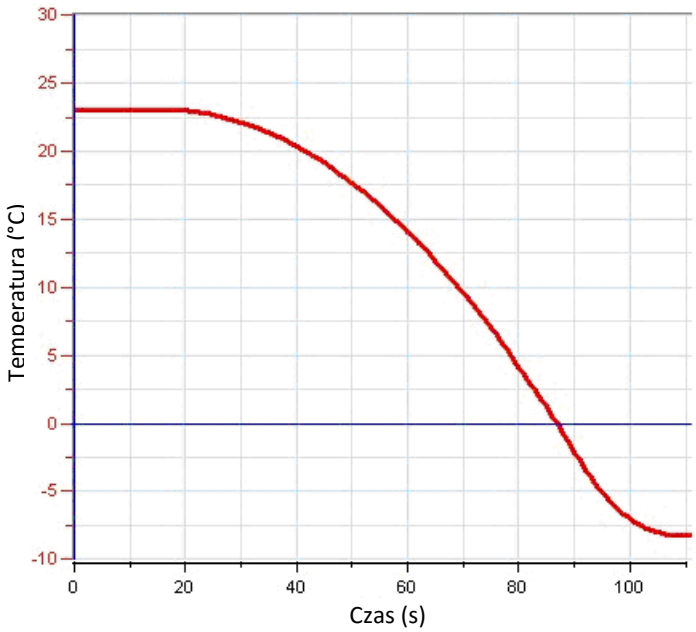
Analiza danych

1. Na wykresie zaznaczcie temperaturę początkową, a następnie temperaturę końcową. Jak się zmieniała temperatura w trakcie tej reakcji chemicznej? Jaka jest różnica między wartościami początkową i końcową?
2. Ile czasu było potrzeba, by reakcja osiągnęła temperaturę końcową?
   Obliczcie ciepło reakcji.

Uwaga: Ciepło właściwe wody w temperaturze 25°C wynosi 4,18 (J/g*°C).

3. Opiszcie, co się stało, gdy próbowaliście podnieść kolbę z płytki.

Poniżej pokazano przykładowy wykres temperatury jako funkcji czasu, uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

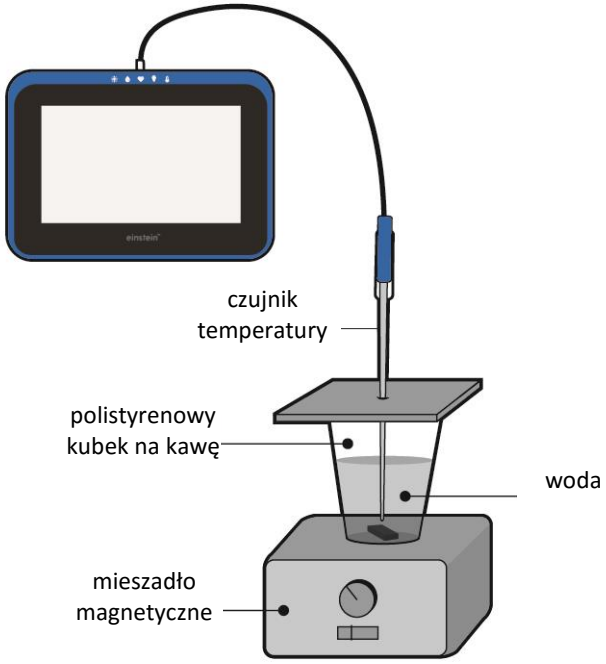
1. Jakie zmiany temperatury w kolbie zaobserwowaliście? Wyjaśnijcie uzyskane wyniki.
2. Jakiego rodzaju reakcja chemiczna zaszła w kolbie?
3. Wyjaśnijcie, co się stało, gdy próbowaliście podnieść kolbę z płytki.

Dalsze propozycje

1. Zmieńcie względne ilości $Ba(OH)_2 \times 8H_2O$ oraz NH_4SCN i obserwujcie zmiany temperatury w każdym przypadku.
2. Przeprowadźcie dodatkową reakcję endotermiczną: rozpuszczanie KNO_3 w wodzie (25 g w 50 ml wody).
3. Za pomocą czujnika ciśnienia obserwujcie tempo uwalniania amoniaku w reakcji. W ten sposób można mierzyć tempo reakcji.

Rozdział 6

Reakcje endotermiczne: reakcja roztworu kwasu cytrynowego z sodą oczyszczoną



Rys. 1

Wprowadzenie

Proces endotermiczny to taka reakcja chemiczna, w której pochłaniane jest ciepło. Gdy przeprowadzamy reakcję endotermiczną w kolbie, ta początkowo schłodzi się. Ciepło z otoczenia będzie przepływać do kolby dopóty, dopóki nie ustali się równowaga temperaturowa.
W tym doświadczeniu zaobserwujecie zmiany temperatury, zachodzące podczas reakcji między roztworem kwasu cytrynowego i sodą oczyszczoną.

$$(1)\ H_3C_6H_5O_{7\,(aq)} + 3NaHCO_{3\,(s)} \longrightarrow 3CO_{2\,(g)} + 3H_2O + Na_3C_6H_5O_{7\,(aq)}$$

Ciepło reakcji można obliczyć za pomocą następującego równania:

$$(3)\quad Q = mC\Delta T$$

Gdzie:
Q= ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego
m = masa substancji

C = pojemność cieplna substancji
ΔT = zmiana wartości temperatury

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40° C do 140° C)
- 25 ml roztworu kwasu cytrynowego ($H_3C_6H_5O_7$)
- 15 g sody oczyszczonej ($NaHCO_3$)
- polistyrenowy kubek na kawę
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	500 sek.

Procedura doświadczalna

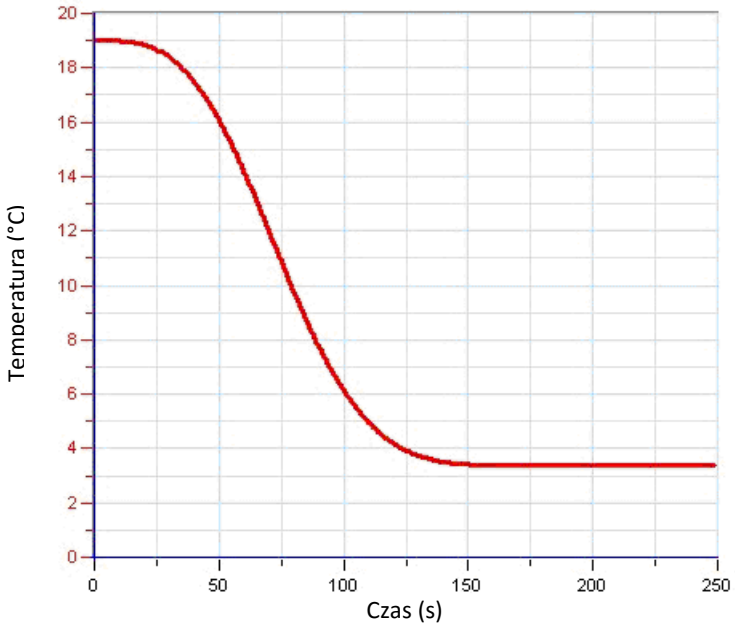
1. W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych. Przygotujcie polistyrenową pokrywkę do przykrycia polistyrenowego kubka na kawę. Pokrywka powinna być płaska i większa od obwodu kubka.
2. Zróbcie otwór w pokrywce i włóżcie w nią czujnik temperatury.
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kubka.
4. Nalejcie 25 ml kwasu cytrynowego do kubka.
5. Postawcie kubek na mieszadle magnetycznym.
6. Połóżcie pokrywkę na kubku, zostawiając wąską szczelinę, tak, aby do kubka można było dosypać sody oczyszczonej ($NaHCO_3$).
7. Zacznijcie mieszać wodę w kubku.

8. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych. Poczekajcie, aż odczyty z czujnika ustabilizują się.
9. Po 20 sekundach dodajcie sody oczyszczonej ($NaHCO_3$) do kubka i natychmiast przykryjcie go szczelnie pokrywką.
10. Na monitorze obserwujcie rejestrowane zmiany temperatury, dopóki temperatura nie przestanie się zmieniać.
11. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
12. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Na wykresie zaznaczcie temperaturę początkową, a następnie temperaturę końcową. Jak się zmieniała temperatura w trakcie tej reakcji chemicznej? Jaka była różnica między wartościami początkową i końcową?
2. Ile potrzeba było czasu, by reakcja osiągnęła temperaturę końcową?
   Obliczcie ciepło reakcji.

Poniżej pokazano przykładowy wykres temperatury jako funkcji czasu, uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

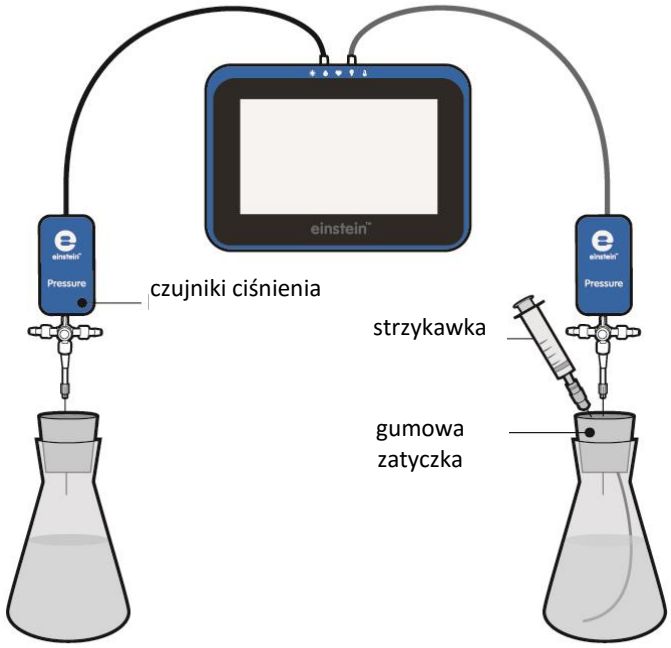
1. Jakiego rodzaju reakcja chemiczna zachodzi, gdy roztwór kwasu cytrynowego zostanie zmieszany z sodą oczyszczoną? Wnioski wysnujcie na podstawie obserwacji przeprowadzonego doświadczenia.
2. Spróbujcie przewidzieć wyniki mieszania różnych ilości sody oczyszczonej z roztworem kwasu cytrynowego. Jaki będzie zakres zmian temperatury?

Dalsze propozycje

1. Zmieńcie względne ilości kwasu cytrynowego i sody oczyszczonej. W każdym przypadku obserwujcie zmiany temperatury. Obliczcie ciepło reakcji dla każdego przypadku.
2. Za pomocą czujnika CO_2 obserwujcie tempo uwalniania CO_2 w reakcji.

Rozdział 7

Kataliza chemiczna: rozkład H_2O_2 w obecności MnO_2



Rys. 1

Wprowadzenie

Katalizator to substancja chemiczna, która zwiększa tempo reakcji, ale nie ulega trwałej przemianie w trakcie reakcji. Proces taki nazywamy katalizą. Katalizator wchodzi w reakcję w jednej fazie i zostaje odtworzony w następnej fazie.

Czysty roztwór H_2O_2 jest stabilny. Kiedy jednak dodać do niego katalizator, taki jak MnO_2, metaliczna platyna czy jony Fe^{+2} to H_2O_2 ulega niewspółmiernie szybkiej dysmutacji w wodę i tlen cząsteczkowy.

$$(1)\quad 2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2$$

W tym doświadczeniu używajcie czujnika ciśnienia, aby obserwować uwalnianie tlenu cząsteczkowego, wynikające z rozkładu H_2O_2 w obecności MnO_2.

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- dwa czujniki ciśnienia (zakres pomiarowy: 150 mbar – 1150 mbar)
- dwa zawory trójdrogowe
- dwie szklane kolby o pojemności 10 ml
- dwie gumowe zatyczki, po jednej do każdej kolby
- jedna plastikowa strzykawka o pojemności 2 ml
- trzy igły do strzykawki o rozmiarze 20G (średnica 0,9 mm)
- trzy krótkie rurki lateksowe
- 3% roztwór H_2O_2
- kilka kryształków MnO_2
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujniki ciśnienia do gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™LabMate.
3. Wybierzcie czujniki ciśnienia.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.
5. Wbijcie igłę (rozmiar 20G) w zatyczkę tak, by czubek lekko wystawał po drugiej stronie.
6. Na drugim końcu igły, wystającym z górnej powierzchni zatyczki, podłączcie zawór trójdrogowy do czujnika ciśnienia.
7. Obróćcie kurek zaworu, tak, by otwarty był przepływ w kierunku pionowym. W tej pozycji powietrze może przepływać przez zawór.
8. Wbijcie jeszcze jedną igłę w jedną z zatyczek. Na tę igłę nałożymy później strzykawkę napełnioną 3% roztworem H_2O_2.
9. Na potrzeby tego doświadczenia kolby muszą być szczelnie zamknięte. Aby uzyskać więcej informacji na ten temat zajrzyjcie do sekcji: Uszczelnianie.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik ciśnienia (zakres pomiarowy: 150 mbar – 1150 mbar)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	500 sek.

Procedura doświadczalna

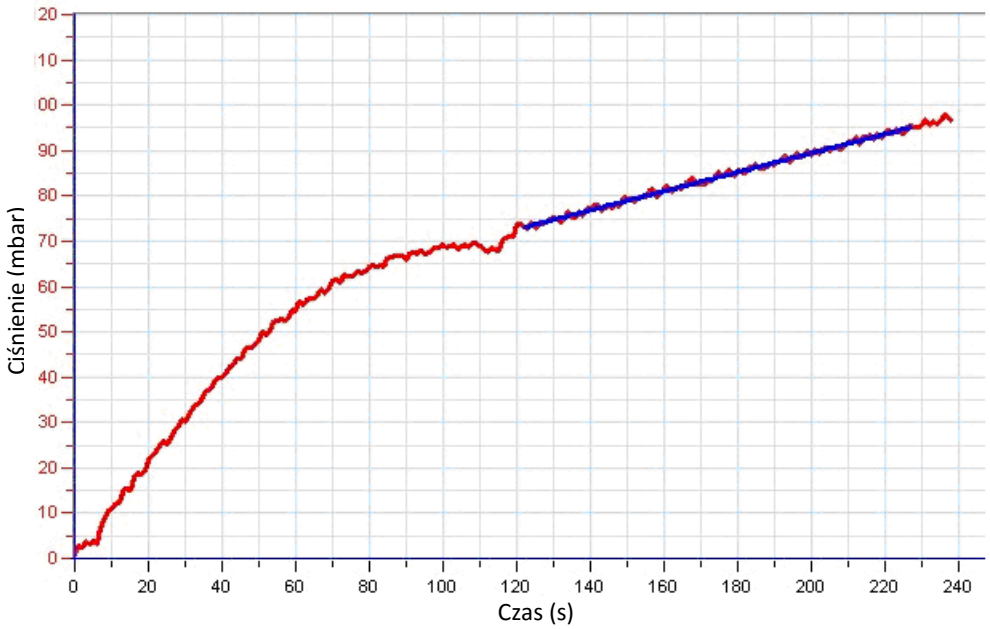
1. W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych. Oznaczcie kolby etykietami 1 i 2.

2. Napełnijcie plastikową strzykawkę 2 ml 3% roztworem H_2O_2.
3. Wlejcie 8 ml wody i 2 ml 3% roztworu H_2O_2 do kolby 1.
4. Wlejcie 8 ml wody i wrzućcie kilka kryształków MnO_2 do kolby 2. Delikatnie pomieszajcie roztwór.
5. Zamknijcie szczelnie kolby gumowymi zatyczkami.
6. Podłączcie strzykawkę napełnioną roztworem H_2O_2 do kolby 2, nakładając ją na dodatkową igłę wbitą w zatyczkę.
7. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
8. Na monitorze komputera obserwujcie poziom rejestrowanego ciśnienia.
9. Sprawdźcie, czy powietrze w kolbach jest pod ciśnieniem atmosferycznym (około 1000 mbar).
10. Wstrzyknijcie roztwór H_2O_2 do kolby 2 i natychmiast obróćcie kurki zaworów w obu kolbach, by zatrzymać przepływ powietrza przez zawory.
11. Na monitorze komputera obserwujcie rejestrowane zmiany ciśnienia podczas tego doświadczenia.
12. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
13. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Na jednym wykresie zaznaczcie ciśnienie początkowe i ciśnienie końcowe. To samo zróbcie na drugim wykresie.
2. Jak zmieniło się ciśnienie w każdej kolbie?
3. Znajdźcie różnicę między tymi dwoma zestawami wartości.
4. Obliczcie szybkość reakcji rozkładu H_2O_2. Utwórzcie wykres różnicowy odejmując wartości ciśnienia w kolbie kontrolnej/odniesienia od wartości z wykresu dla kolby, w której przeprowadzono doświadczenie:
   a. Za pomocą kursora zaznaczcie punkty początkowy i końcowy krzywej wykresu dla kolby, do której dodano MnO_2.
   b. Wybierzcie **Funkcja** ( ).
   c. Z menu rozwijanego **Funkcje** wybierzcie przycisk **Czujniki** ( ) obok **Równanie odejmowania**.
   d. Z menu rozwijanego G1 wybierzcie **Ciśnienie** (dla kolby z MnO_2). Z menu rozwijanego G2 wybierz **Ciśnienie** (dla kolby kontrolnej/odniesienia).
   e. Wybierzcie nową krzywą wykresu.
   f. Wybierzcie **Funkcja**.
   g. Wybierzcie **Dopasowanie krzywej** z menu **Funkcja**.
   h. Nachylenie utworzonej krzywej wykresu to sumaryczna szybkość reakcji.

Poniżej pokazano przykładowy wykres uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 3

Pytania

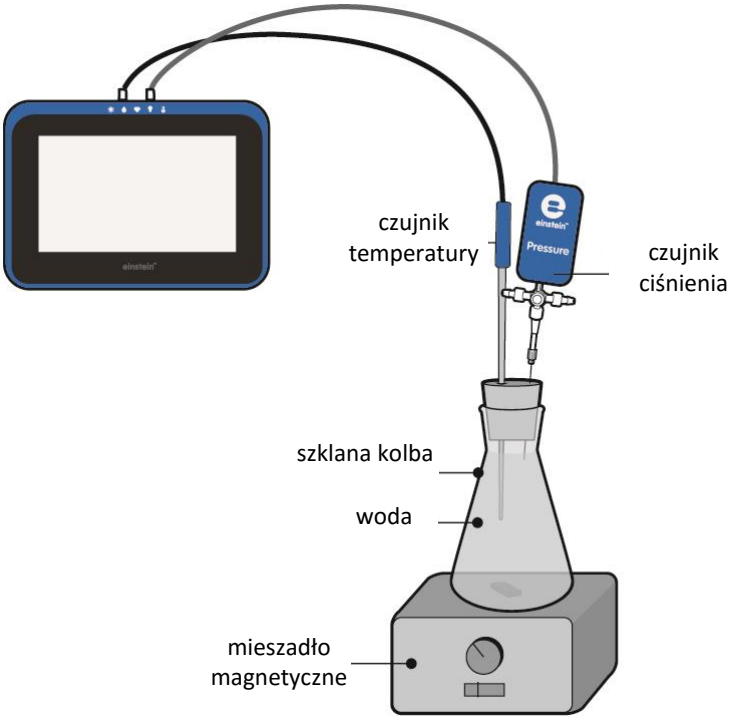
1. W jaki sposób ciśnienie wpłynęło na rozkład H_2O_2?
2. Porównajcie zmiany ciśnienia w obu kolbach. Czy zaobserwowaliście jakąś zmianę w kolbie pierwszej? A w kolbie drugiej? Wyjaśnijcie różnice.
3. Która z kolb służy jako kolba kontrolna/kolba odniesienia? Wyjaśnijcie.
4. Dlaczego w tym doświadczeniu potrzebny jest układ odniesienia?
5. Jaki skutek spowodowało dodanie kryształków MnO_2 do kolb?
6. Jak dodawanie rosnących ilości MnO_2 wpłynęłoby na szybkość reakcji?
7. Jaki wpływ na szybkość dysproporcjonowania H_2O_2 miałoby podniesienie temperatury w kolbach w trakcie doświadczenia?

Dalsze propozycje

1. Dodawajcie coraz większe ilości MnO_2 do mieszaniny reakcyjnej i obserwujcie reakcje.
2. Obliczcie szybkość reakcji uzyskaną w każdym doświadczeniu.
3. Porównajcie wpływ różnego rodzaju katalizatorów chemicznych, takich jak: HBr, HI, jony Fe^{+2}, metaliczna platyna.
4. Zmieńcie stężenie H_2O_2 dodawanego do mieszaniny reakcyjnej. Porównajcie wpływ stężeń substratu reakcji na szybkość reakcji z wpływem katalizatora.
5. Obserwujcie zmiany temperatury zachodzące w trakcie tej reakcji. Oszacujcie wpływ temperatury na szybkość rozkładu H_2O_2.

Rozdział 8

Wpływ zmian temperatury powietrza na ciśnienie powietrza: ogólne równanie stanu gazu



Rys. 1

Wprowadzenie

Na objętość gazów (V) ma wpływ ich temperatura (T). Jak mówi prawo Charlesa, próbka gazu o stałym ciśnieniu zwiększa objętość liniowo wraz z temperaturą:

(1) $$V \propto T$$

(2) $$\frac{V}{T} = constans$$

Praco Charlesa połączone z prawem Boyle'a-Mariotte'a można wyrazić w postaci jednego prawa: ogólnego równania stanu gazu.
Prawo to mówi, że objętość zajmowana przez daną ilość gazu jest proporcjonalna do temperatury bezwzględnej, podzielonej przez ciśnienie (P):

(3) $$\frac{PV}{T} = constans$$

W tym doświadczeniu będziecie badać relację między ciśnieniem i temperaturą oraz ich wpływ na zachowanie gazu. Zrobicie to, mierząc wpływ ogrzewania stałej objętości powietrza, zamkniętego w szczelnie zamkniętej kolbie, na jego ciśnienie.

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- szklana kolba 50 ml
- gumowa zatyczka
- dwie igły do strzykawki o rozmiarze 20G (średnica 0,9 mm)
- trzy krótkie rurki lateksowe
- zawór trójdrogowy
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40ºC do 140ºC)
- czujnik ciśnienia (zakres pomiarowy: 150 mbar – 1150 mbar)
- statyw
- mieszadło magnetyczne
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik ciśnienia do jednego z gniazd w einstein™LabMate.
3. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w einstein™LabMate.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 2 poniżej.
5. Wbijcie igłę (rozmiar 20G) w zatyczkę tak, by czubek lekko wystawał po drugiej stronie zatyczki (Rys. 1).
6. Podłączcie zawór trójdrogowy do drugiego końca igły, wystającego z górnej powierzchni zatyczki. Podłączcie czujnik ciśnienia do drugiego końca zaworu.
7. Podłączcie zawór trójdrogowy do drugiego końca igły, wystającego z górnej powierzchni zatyczki. Podłączcie czujnik ciśnienia do drugiego końca zaworu.
8. Obróćcie kurek zaworu tak, by otwarty był przepływ w kierunku poziomym. W tej pozycji powietrze może przepływać przez zawór z kolby do otoczenia.
9. Na potrzeby tego doświadczenia kolby muszą być szczelnie zamknięte. Aby uzyskać więcej informacji na ten temat zajrzyjcie do sekcji: Uszczelnianie.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

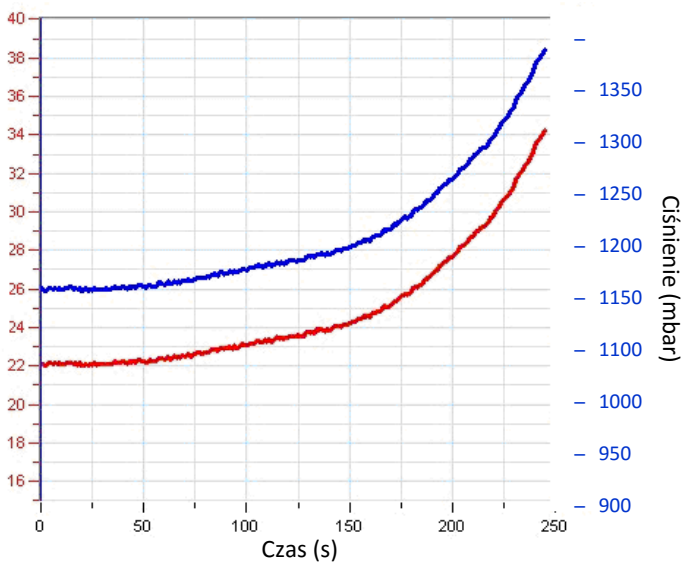
Czujnik ciśnienia (zakres pomiarowy: 150 mbar – 1150 mbar)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	500 sek.
Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	500 sek.

Procedura doświadczalna

1. W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych. Połączcie elementy oprzyrządowania jak pokazano na powyższym Rys. 1.
2. Zróbcie w zatyczce otwór na tyle duży, by dało się włożyć w niego końcówkę czujnika temperatury (można też zrobić wąską szparkę w bocznej ściance zatyczki).
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kolby.
4. Napełnijcie szklaną kolbę wodą. Zostawcie w kolbie niewielką objętość powietrza, tak by woda nie sięgała igieł.
5. Włóżcie czujnik temperatury w otwór lub szparę zrobioną w zatyczce.
6. Zamknijcie kolbę zatyczką i zacznijcie mieszać.
7. Upewnijcie się, że ciśnienie w kolbie jest równe ciśnieniu atmosferycznemu (około 1000 mbar), a następnie obróćcie kurek zaworu, aby uniemożliwić wpływanie powietrza do kolby.
8. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
9. Obserwujcie zmiany ciśnienia rejestrowane na ekranie.
10. Zacznijcie ogrzewać kolbę. Obróćcie włącznik grzania na mieszadle magnetycznym w pozycję pośrednią. Obserwujcie zmiany ciśnienia przez około 5 minut.
11. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
12. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

Porównajcie rozkład zmian ciśnienia z rozkładem zmian temperatury: czy dostrzegacie jakieś podobieństwo między nimi?
Poniżej pokazano przykładowe wykresy uzyskane w tym doświadczeniu:



Rys. 3

Pytania

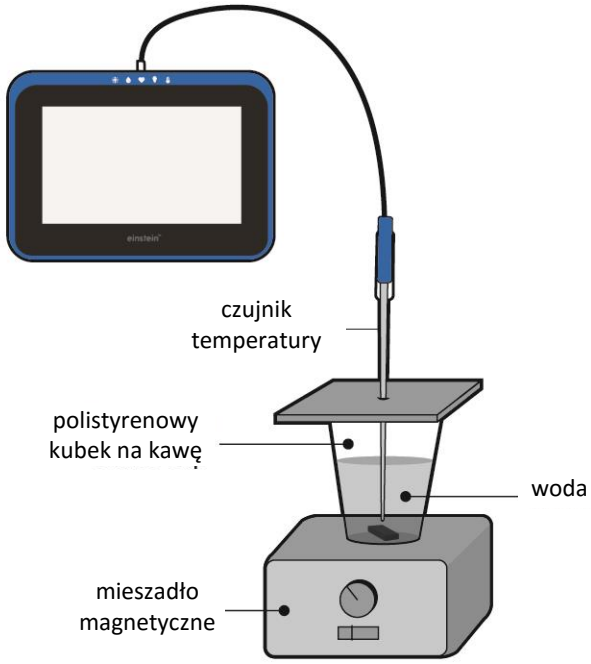
1. Zmiany temperatury i ciśnienia układają się w krzywą nieliniową. Dlaczego?
2. Jaki kształt przyjęłyby te krzywe, gdyby kolba była ogrzewana w kąpieli?
3. Jaki byłby wpływ ochłodzenia kolby na ciśnienie?
4. Załóżmy, że objętość wody w kolbie została zmniejszona. Jaki byłby skutek ogrzania kolby w porównaniu do wyników otrzymanych w tym doświadczeniu?

Dalsze propozycje

1. Ogrzewajcie kolbę przez chwilę. Następnie przestańcie ją ogrzewać. Gdy temperatura ustabilizuje się, zacznijcie schładzać kolbę. Obserwujcie zmiany ciśnienia mierzonego w kolbie.
2. Przeprowadźcie to doświadczenie z innymi objętościami wody w kolbie. W każdym przypadku porównajcie wpływ ogrzewania i schładzania na ciśnienie.

Rozdział 9

Prawo Hessa: zachowanie energii w chemii



Rys. 1

Wprowadzenie

Według prawa Hessa, jeśli reakcję można przeprowadzić w szeregu kroków, suma entalpii (całkowitej energii) poszczególnych kroków powinna być równa entalpii dla całej reakcji. W tym doświadczeniu będziecie korzystać z następujących reakcji:

1. Rozpuszczanie stałego wodorotlenku sodu w wodzie, wytwarzające wodny roztwór jonów.
   $_{(1)}\ NaOH_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$
2. Reakcja stałego wodorotlenku sodu z wodnym roztworem kwasu solnego, wytwarzająca wodę i wodny roztwór chlorku sodu.
   $_{(2)}\ NaOH_{(s)} + H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + Na_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$
3. Reakcja roztworów wodnych wodorotlenku sodu i kwasu solnego, wytwarzająca wodę i wodny roztwór z jonami chlorku sodu.
   $_{(3)}Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} + H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$

Ciepło reakcji można obliczyć za pomocą następującego równania:

$$(4) Q = mC\Delta T$$

Gdzie:

Q = ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego
m = masa substancji
C = pojemność cieplna substancji
ΔT = zmiana wartości temperatury

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40ºC do 140ºC)
- zlewka o pojemności 250 ml
- polistyrenowy kubek na kawę
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem
- 50 ml NaOH o stężeniu 1,0 M
- 50 ml HCl o stężeniu 1,0 M
- 100 ml HCl o stężeniu 0,5 M
- 100 ml wody
- 4 g stałego NaOH
- okulary i rękawice ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	500 sek.

Procedura doświadczalna

1. W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych. Przygotujcie polistyrenową pokrywkę do przykrycia polistyrenowego kubka na kawę. Pokrywka powinna być płaska i większa od obwodu kubka.
2. Zróbcie otwór w pokrywce i włóżcie w nią czujnik temperatury.
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kubka.
4. Nalejcie 100 ml wody z kranu do kubka.

5. Postawcie kubek na mieszadle magnetycznym.
6. Połóżcie pokrywkę na kubku, zostawiając wąską szczelinę, tak, by do kubka można było dosypać NaOH.
7. Zacznijcie mieszać wodę w kubku.
8. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
9. Poczekajcie, aż odczyty z czujnika ustabilizują się.
10. Reakcja #1:
    a. Dodajcie 2 g krystalicznego NaOH do kubka i natychmiast przykryjcie go szczelnie pokrywką.
    b. Obserwujcie zmiany temperatury, dopóki parametr ten nie ustabilizuje się.
    c. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
    d. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).
11. Reakcja #2:
    Powtórzcie reakcję rozpuszczania (kroki 3-9), używając 100 ml HCl o stężeniu 0,5 M zamiast wody.

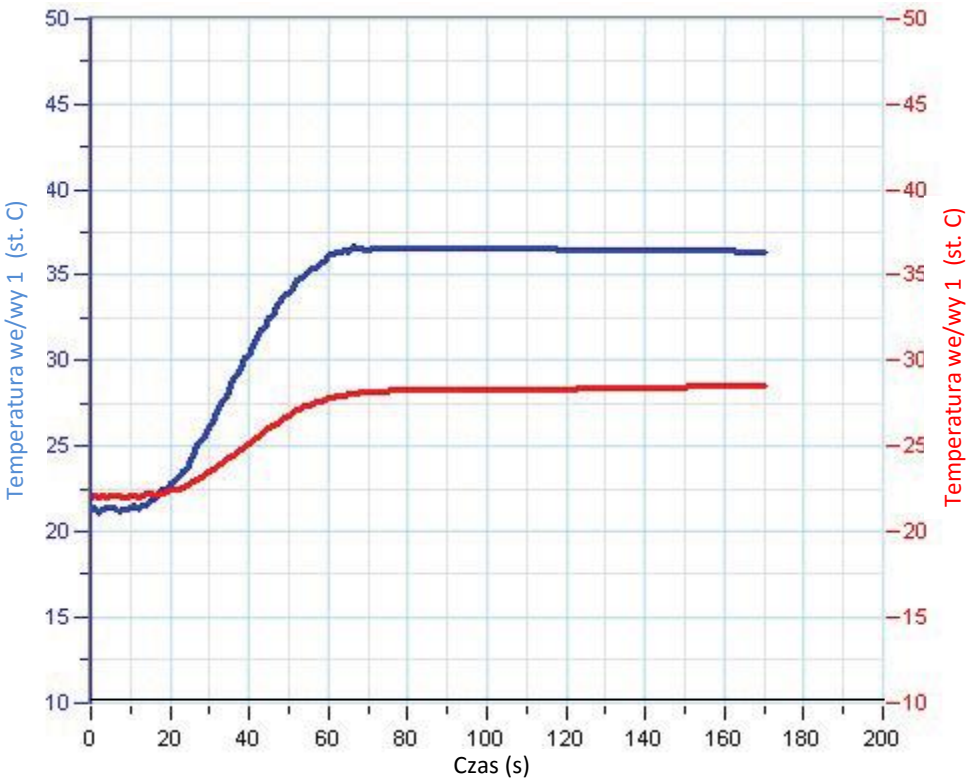
Uwaga: Zachowajcie wyjątkową ostrożność podczas pracy z HCl i NaOH.

12. Reakcja #3:
    Powtórzcie kroki 3-9, odmierzając wstępnie do zlewki 50 ml HCl o stężeniu 1,0 M.
    W kroku 10a, zamiast stałego NaOH, dodajcie 50 ml NaOH o stężeniu 1,0 M.

Analiza danych

1. Za pomocą kursorów zaznaczcie na wykresie temperaturę początkową i końcową dla każdej reakcji.
2. Ustalcie zmianę temperatury (ΔT) dla każdej reakcji.
3. Ustalcie masę 100 ml roztworu dla każdej reakcji (przyjmijcie, że gęstość każdego roztworu to 1 g/ml).
4. Obliczcie ciepło uwolnione w każdej z reakcji: wykorzystajcie równanie 4 oraz ciepło właściwe wody (C_p = 4,18 J/g°C) do obliczenia ciepła Q.
5. Ustalcie zmianę entalpii ΔH (ΔH = -Q)
6. Obliczcie liczbę moli NaOH zużytych w każdej reakcji.
7. Ustalcie stosunek ΔH/mol NaOH dla każdej z trzech reakcji.
8. Porównajcie wartości ciepła reakcji (ΔH/mol) z kroków 1 i 3.

Poniżej pokazano przykładowy wykres uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

1. Czy według zebranych danych wartość ciepła wszystkich reakcji jest równa sumie wartości ciepła poszczególnych reakcji?
2. Ustalcie błąd procentowy dla tego doświadczenia.

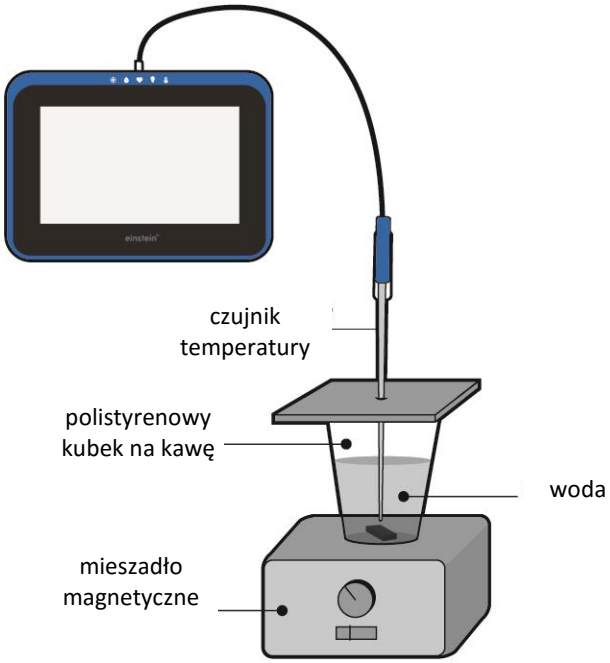
Dalsze propozycje

Rozpuśćcie różne ilości NaOH. Obserwujcie zmiany temperatury.

1. W każdej reakcji obserwujcie zmiany pH.
2. Rozpuśćcie bezwodny $CuSO_4$ w wodzie oraz $CuSO_4 \times 5H_2O_{(s)}$ w wodzie i przeliczcie prawo Hessa dla:
   $_{(1)}\ CuSO_4(s) + 5H_2O \longrightarrow CuSO_4 \times 5H_2O$

Rozdział 10

Ciepło spalania



Rys. 1

Wprowadzenie

Według prawa Hessa, jeśli reakcję można przeprowadzić w szeregu kroków, suma entalpii (całkowitej energii) poszczególnych kroków powinna być równa zmianie entalpii dla całej reakcji. W tym doświadczeniu wykorzystacie prawo Hessa do przeanalizowania reakcji, w której trudno byłoby zmierzyć ciepło reakcji bezpośrednio w laboratorium. Zbadacie ciepło spalania taśmy magnezowej:

(1) $Mg_{(s)} + ½\ O_{2(g)} \longrightarrow MgO_{(s)}$

Równanie to można uzyskać łącząc:

(2) $MgO_{(s)} + 2HCl\ (aq) \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O$

(3) $Mg_{(s)} + 2HC_{l(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

(4) $H2_{(g)} + ½\ O_{2(g)} \longrightarrow H2O_{(l)}$

Ciepło reakcji można obliczyć za pomocą następującego równania:

(5) $$Q = mC\Delta T \quad (3)$$

Gdzie:

Q = ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego

m = masa substancji.

C = pojemność cieplna substancji

ΔT = zmiana wartości temperatury

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40ºC do 140ºC)
- zlewka o pojemności 250 ml
- polistyrenowy kubek na kawę
- $Mg_{(s)}$ – taśma magnezowa, 0,5 g
- 1 g MgO
- 500 ml HCl o stężeniu 1M
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	500 sek.

Procedura doświadczalna

W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

1. Przygotujcie polistyrenową pokrywkę do przykrycia polistyrenowego kubka na kawę. Pokrywka powinna być płaska i większa od obwodu kubka.
2. Zróbcie w pokrywce otwór na czujnik temperatury.
3. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kubka.
4. Nalejcie do kubka 100 ml roztworu HCL o stężeniu 1,0.
5. Postawcie kubek na mieszadle magnetycznym.
6. Połóżcie pokrywkę na kubku, zostawiając wąską szczelinę, tak, by można było dodać MgO.
7. Zacznijcie mieszać HCl w kubku.
8. Wybierz **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
9. Poczekajcie, aż odczyty z czujników ustabilizują się.
10. Reakcja #1:

    a. Dodajcie 1 g krystalicznego MgO do kubka i natychmiast przykryjcie go szczelnie pokrywką.

b. Na monitorze obserwujcie rejestrowane zmiany temperatury, dopóki zmiany nie ustaną.

c. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.

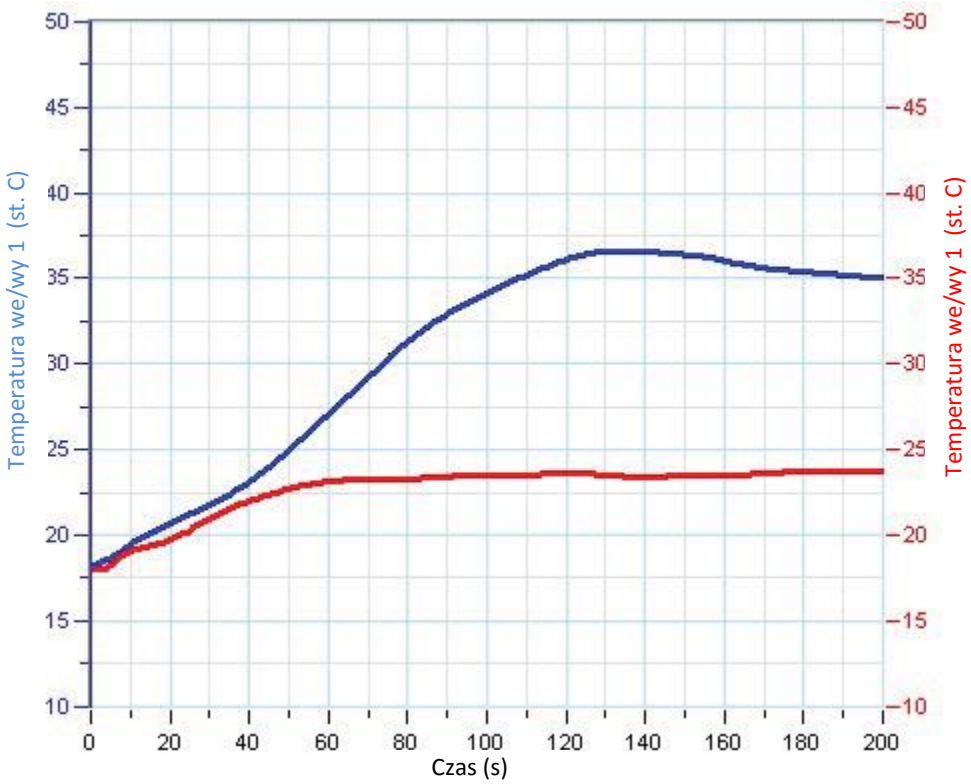
d. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

13. Reakcja #2:
Powtórzcie reakcję (kroki 3-9) używając 0,5 g taśmy magnezowej zamiast sproszkowanego tlenku magnezu.

Analiza danych

1. Za pomocą kursorów zaznaczcie na wykresie temperaturę początkową i końcową dla każdej reakcji.
2. Ustalcie zmianę temperatury (Δt) dla każdej reakcji.
1. Wykorzystajcie równanie 5 oraz ciepło właściwe wody (C_p = 4,18 J/g°C) do obliczenia ciepła Q (przyjmijcie, że gęstość roztworu HCl to 1 g/ml).
2. Ustalcie zmianę entalpii ΔH (ΔH = - Q)
5. W końcowej odpowiedzi przeliczcie dżule na kJ.
6. Ustalcie liczbę moli wykorzystanego MgO i Mg.
7. Obliczcie stosunek ΔH/mol dla MgO i Mg.

Poniżej pokazano przykładowy wykres uzyskany w tym doświadczeniu:



Rys. 2

Pytania

1. Ustalcie stosunek ΔH/mol Mg dla następującej reakcji:

(1) $Mg_{(s)} + ½\ O_{2(g)} \longrightarrow MgO_{(s)}$

(2) (ΔH for $H_{2(g)} + ½\ O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$ = -285.8 kJ)

2. Ustalcie błąd procentowy dla uzyskanej odpowiedzi na pytanie 1. Wartością do przyjęcia jest 602 KJ.

Dalsze propozycje

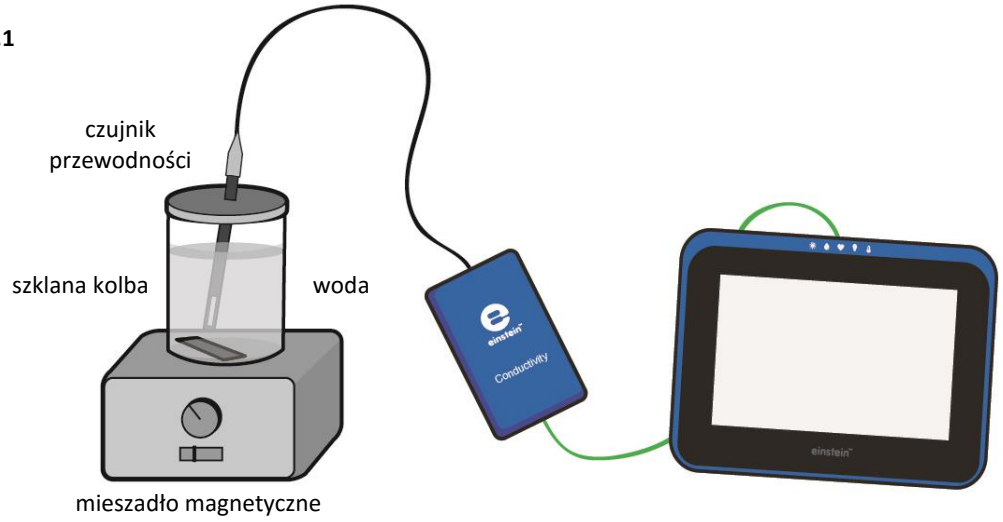
Ustalcie ciepło reakcji, którą opisuje następujące równanie:

$$_{(1)}CuSO_{4(s)} + 5H_2O \longrightarrow CuSO_4 \times 5H_2O_{(s)}$$

Rozdział 11

Przewodność słonej wody

Rys.1



Wprowadzenie

Rozpuszczanie chlorku sodu w wodzie uwalnia jony, zgodnie z poniższym równaniem:

(1) $NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$

W tym doświadczeniu zbadacie wpływ zwiększania stężenia chlorku sodu na przewodność. Będziecie mierzyć przewodność, gdy stężenie jonów w obserwowanym roztworze będzie stopniowo zwiększane przez dodawanie kropli stężonego roztworu NaCl.

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik przewodności (zakres pomiarowy: 0-20 mS)
- 200 ml wody destylowanej
- szklana kolba 250 ml
- 50 ml roztworu chlorku sodu
- mieszadło magnetyczne z mieszadełkiem
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik przewodności do jednego z gniazd w Tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik przewodności**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik przewodności	
Częstotliwość pomiarów:	25/sek.
Czas trwania pomiaru:	1 sek.

Procedura doświadczalna

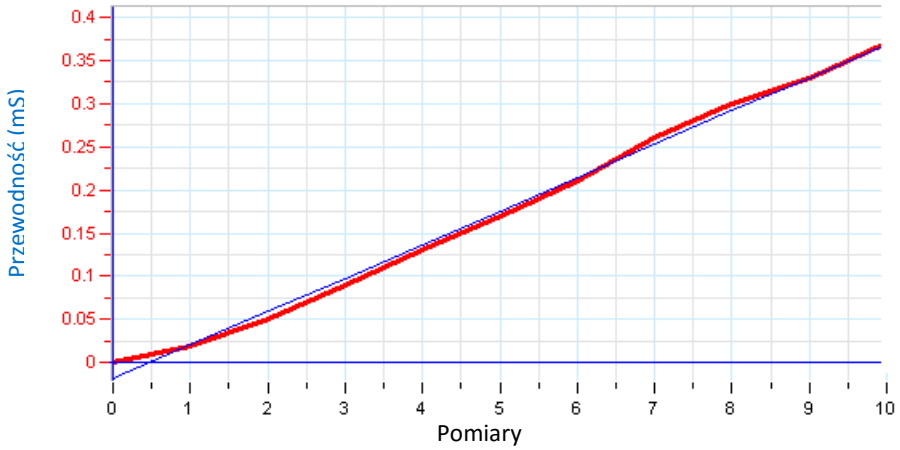
W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

1. Włóżcie magnetyczne mieszadełko do kolby.
2. Wlejcie 40 ml wody destylowanej do kolby i umieśćcie ją na mieszadle magnetycznym.
3. Do kolby włóżcie elektrodę czujnika przewodności.
4. Zacznijcie mieszać wodę w kolbie.
5. Wybierzcie **Start** ( ), aby włączyć zapis danych dot. przewodności roztworu w kolbie.
6. Dane będą zbierane ręcznie: wybierzcie **Start** ( ) za każdym razem, gdy zechcecie wykonać kolejny pomiar.
7. Dodajcie jedną kroplę roztworu chlorku sodu do wody destylowanej. Pomieszajcie, aby dobrze się rozpuścił.
8. Wybierzcie **Start** ( ), aby zmierzyć przewodność roztworu w kolbie.
9. Powtórzcie tę procedurę 9 razy, dopóki do wody nie dodacie w sumie 10 kropli.
10. Zmieńcie tempo mieszania podczas doświadczenia i obserwujcie wpływ zmiany na szybkość zmiany przewodności.
11. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Obliczcie szybkość zmiany przewodności uzyskanej w tym procesie:
2. Zaznaczcie krzywą na wykresie.
3. Wybierzcie **Funkcja**.

4. Wybierzcie **Dopasowanie krzywej** z rozwijanego menu **Funkcja**.
5. Nachylenie utworzonej krzywej wykresu to szybkość zmiany przewodności.
   Poniżej pokazano przykładowy wykres zmian przewodności i konduktancji uzyskany w tym doświadczeniu: prosta linia jest wynikiem liniowego dopasowania krzywej.



Rys. 2

Pytania

1. Opiszcie zmianę przewodności w miarę wzrostu stężenia roztworu NaCl.
2. Jakiego rodzaju zależność matematyczna ujawnia się między przewodnością i stężeniem?

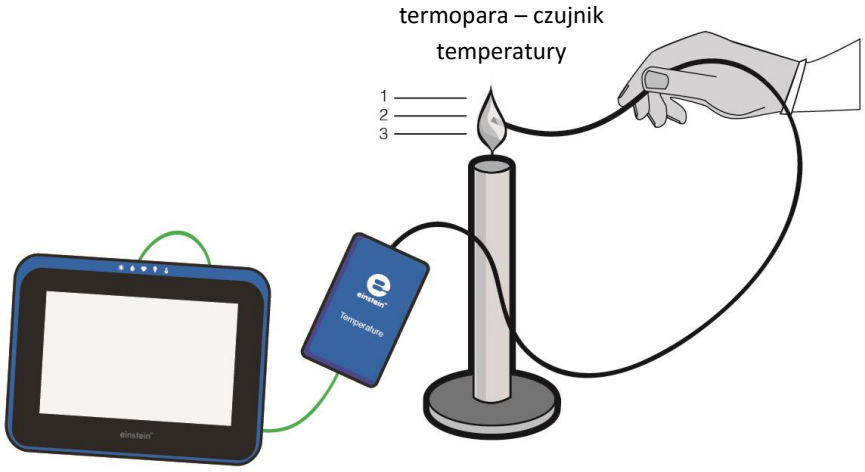
Dalsze propozycje

1. Dodawajcie roztwór $CaCl_2$ (o tym samym stężeniu) zamiast NaCl.
2. Wykonajcie to doświadczenie ponownie, ale zmieńcie szybkość mieszania. Jaki ma to wpływ na przewodność? Wyjaśnijcie to zjawisko.

Rozdział 12

Badanie płomienia

Rys. 1



Wprowadzenie

Płomień nie ma jednolitej temperatury. Rozkład temperatur w płomieniu można określić za pomocą termopary (bardzo czułego i szybko reagującego czujnika temperatury o zakresie stosowania od 0°C do 1250°C). W poniższym doświadczeniu będziecie badać płomień świecy w trzech charakterystycznych obszarach, oznaczonych jako 1, 2 i 3 na Rys. 1.

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- świeczka
- zapałki
- termopara typu K (zakres pomiarowy: od 0°C do 1250°C)

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie termoparę (czujnik temperatury) do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrana został tylko czujnik **Termopara**.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujnik tak, by zapisywał dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (0°C do 1250°C)	
Częstotliwość pomiarów:	10/sek.
Czas trwania pomiaru:	100 sek.

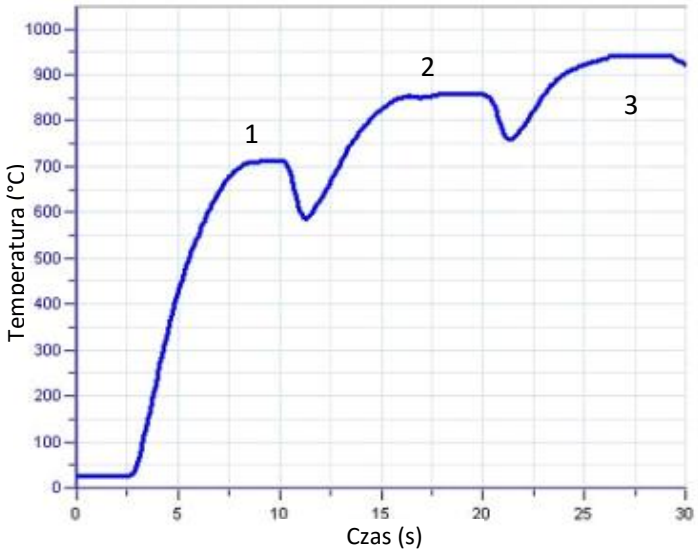
Procedura doświadczalna

1. Zapalcie świecę i zostawcie zapaloną przez około dwie minuty, zanim rozpoczniecie doświadczenie.
2. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.

   Zarejestrujcie temperaturę otoczenia, zanim zbliżycie czujnik do płomienia (zauważcie, że termopara jest bardzo czuła i szybko reaguje na zmiany temperatury).
3. Monitorujcie temperaturę w trzech różnych obszarach płomienia (Rys. 1):
   a. szczyt ciemnego obszaru wokół knota 3.
   b. środek żółtego obszaru 2
   c. szczyt żółtego obszaru 1.
4. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
5. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

Krzywa temperatury jako funkcji czasu pokazuje nam, że płomień jest najgorętszy na szczycie i robi się chłodniejszy, im niżej przesuwa się czujnik.



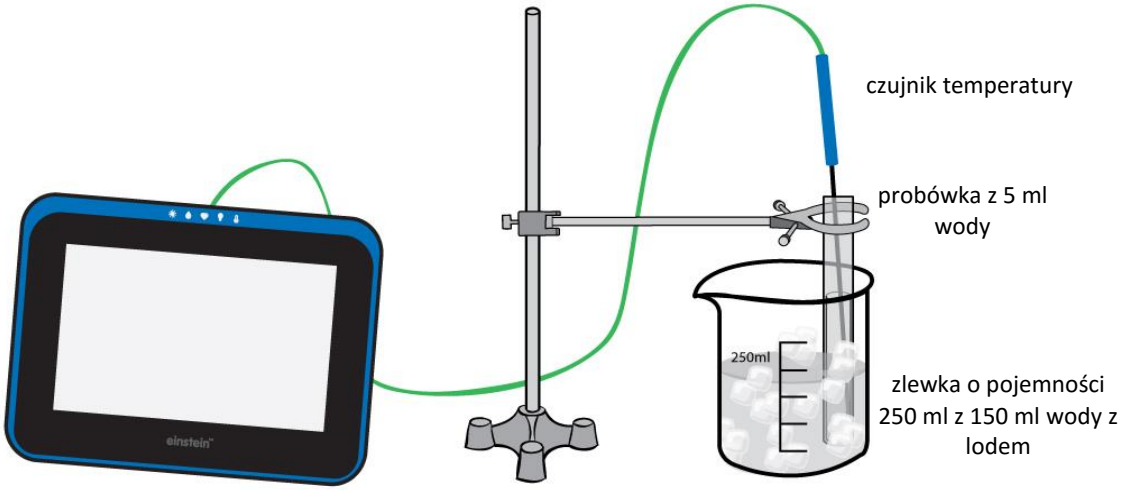
Rys. 2

Pytania

1. Jakie temperatury zarejestrowano w każdej strefie płomienia? (1, 2 i 3).
2. Spróbujcie wyjaśnić różnice temperatur w różnych strefach płomienia.

Rozdział 13

Krzepnięcie i topnienie wody



Rys. 1

Wprowadzenie

Krzepnięcie to proces, w którym materia zmienia stan z ciekłego na stały. Topnienie to proces zmiany ciał stałych w stan ciekły. Przemiany te zachodzą – odpowiednio – w temperaturze krzepnięcia lub topnienia. W tym doświadczeniu zbadacie temperaturę krzepnięcia i topnienia wody.

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- zzujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40ºC do 140ºC)
- statyw z łapą laboratoryjną
- menzura (cylinder miarowany)
- zlewka (250 ml)
- probówka
- bagietka szklana do mieszania
- woda
- kostki lodu
- sól
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
   Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 10 sek.
Czas trwania pomiaru:	2000 sek.

Procedura doświadczalna (część I, krzepnięcie)

W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

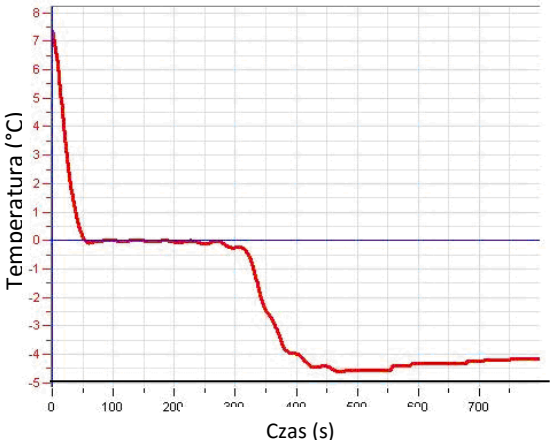
1. Wsypcie co najmniej 150 ml kostek lodu i zimnej wody do zlewki o pojemności 250 ml.
2. Wlejcie 1 ml wody do probówki o pojemności 5 ml i zamocuj ją w łapie statywu. Musicie tak ustawić probówkę, by próbka znalazła się poniżej poziomu wody z lodem.
3. Umieśćcie czujnik temperatury w wodzie znajdującej się w probówce.
4. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
5. Dodajcie mniej więcej pięć łyżek soli do zlewki i pomieszajcie szklaną bagietką.
6. Po około 15 minutach wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych, ale pozostawcie probówkę w kąpieli wodno-lodowej.
7. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Procedura doświadczalna (część II, topnienie)

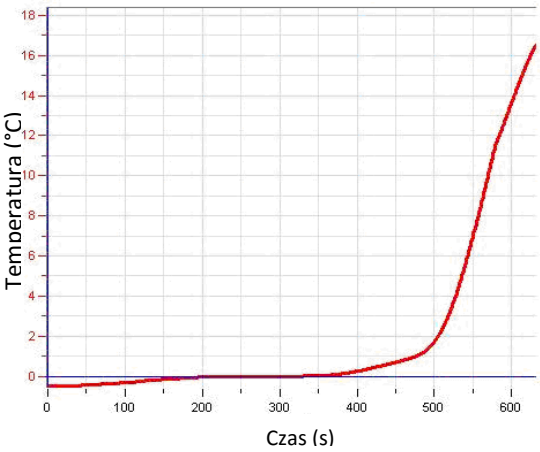
1. Wybierzcie **Start** ( ), aby ponownie uruchomić zapis danych, przesuńcie probówkę w górę i zamocujcie w pozycji nad kąpielą wodno-lodową. Wylejcie wodę z lodem i wlejcie do zlewki 150 ml ciepłej wody z kranu.
   Opuśćcie probówkę do zlewki z ciepłą wodą.
2. Po kolejnych 15 minutach wybierzcie **Stop** ( ) z górnego paska narzędzi, aby zatrzymać rejestrację danych.
3. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

Poniżej pokazano przykładowe wykresy uzyskane w tych doświadczeniach:



Część I: krzepnięcie wody



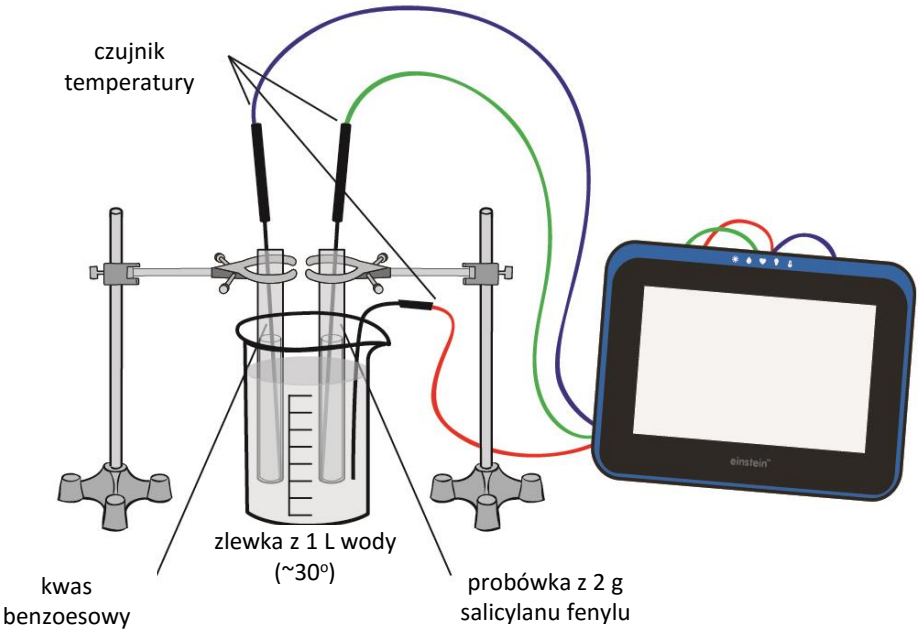
Część II: **topnienie zamarzniętej wody**

1. Co się działo z temperaturą wody w trakcie fazy krzepnięcia, a co w trakcie fazy topnienia?
2. Jaka była temperatura krzepnięcia, a jaka temperatura topnienia wody?
3. Jaka jest różnica między temperaturą krzepnięcia wody, a temperaturą topnienia?
4. Jak zachowuje się energia kinetyczna wody zawartej w probówce? Czy się zwiększa, zmniejsza, czy też pozostaje taka sama, gdy:
    a. temperatura zmienia się na początku i na końcu części I.
    b. temperatura pozostaje stała w części I.
    c. temperatura zmienia się na początku i na końcu części II.
    d. temperatura pozostaje stała w części II.
5. Czy energia potencjalna zwiększyła się, czy zmniejszyła w tych częściach z pytania 4., gdzie energia kinetyczna pozostawała stała?

Rozdział 14

Jeszcze raz o temperaturze krzepnięcia

Rys. 1



Wprowadzenie

W doświadczeniu 13. pt. Krzepnięcie i topnienie wody zauważyliście, że temperatura czystej wody pozostaje stale na poziomie temperatury krzepnięcia w trakcie procesu krzepnięcia i topnienia. Teraz przyjrzycie się procesowi krzepnięcia salicylanu fenylu. Poza tym zaobserwujecie, jaki wpływ na temperaturę krzepnięcia będzie miało rozpuszczenie niewielkiej ilości innej substancji (np. kwasu benzoesowego) w salicylanie fenylu.

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- trzy czujniki temperatury (zakres pomiarowy: od -40°C do 140°C)
- zlewka o pojemności 1 litra (lub większej)
- probówka z 2 g salicylanu fenylu
- probówka z 2 g salicylanu fenylu i kilkoma miligramami kwasu benzoesowego
- bagietka szklana do mieszania
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujniki temperatury do gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrane zostały tylko **Czujniki temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	1000 sek.

Procedura doświadczalna

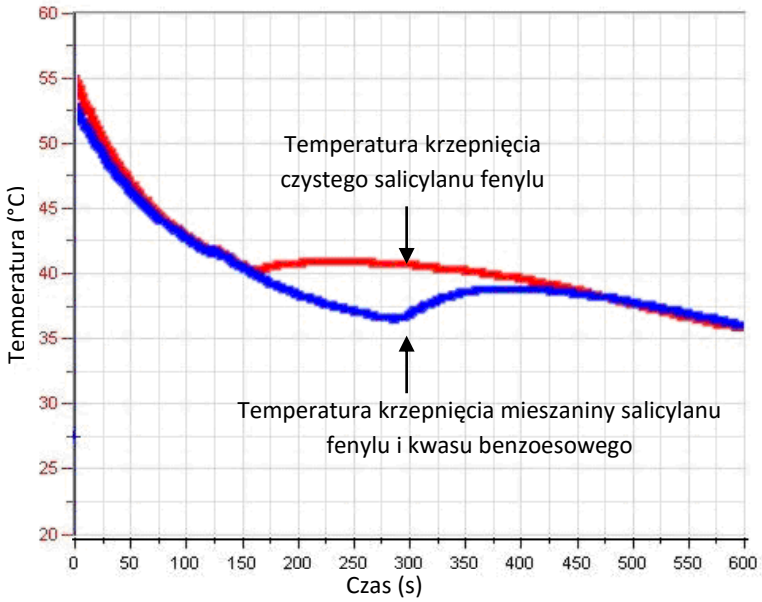
W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

1. Wlejcie około 1 L wody do zlewki. Woda powinna mieć temperaturę około 30°C . Włóżcie jeden z czujników temperatury do tej zlewki, aby monitorować temperaturę wody.
2. Aby stopić próbki, przygotujcie drugą zlewkę z gorącą wodą (60 do 80°C).
3. Włóżcie probówki z próbkami do gorącej wody, dopóki nie zobaczycie przezroczystej cieczy w obu probówkach.
4. Umieśćcie czujnik temperatury w każdej probówce z próbką i przenieście je szybko do zlewki zawierającej wodę o temperaturze 30°C .
5. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
6. Lekko zamieszajcie próbki, dopóki nie stopnieją.
7. Przyjrzyjcie się probówkom, ponieważ w przezroczystej cieczy szybko zaczną się pojawiać coraz większe ilości białych wytrąceń, i tak aż do całkowitego skrzepnięcia cieczy.
8. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).

Analiza danych

1. Jaką temperaturę krzepnięcia czystego salicylanu fenylu ustaliliście na podstawie swoich danych?
2. Jaka była temperatura krzepnięcia mieszaniny salicylanu fenylu i kwasu benzoesowego?

Poniżej pokazano przykładowy wykres uzyskany w tym doświadczeniu:



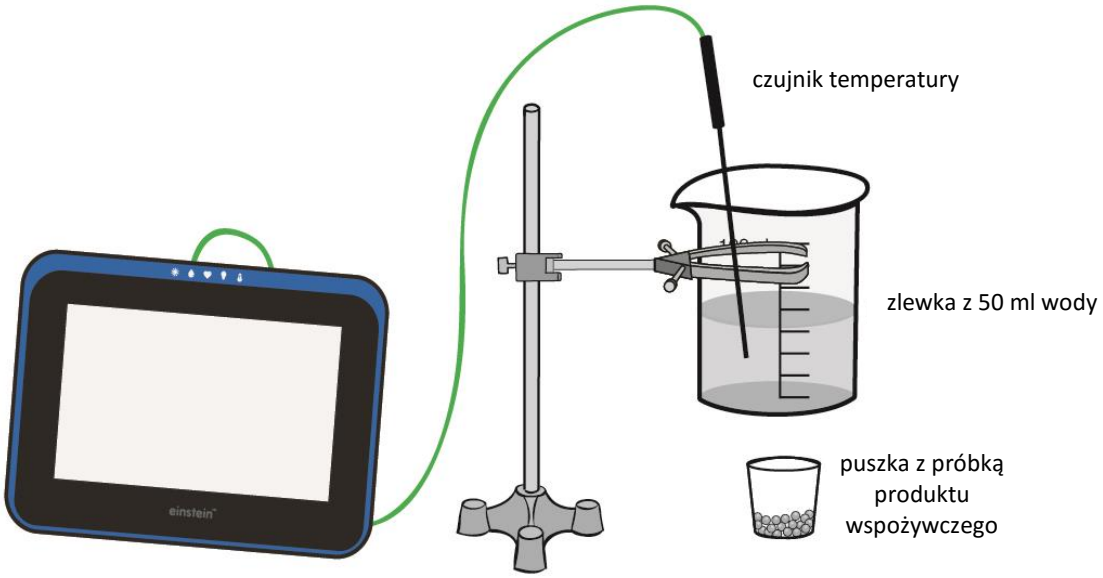
Rys. 2

Pytania

1. Jak sądzicie, jaką metodę mógłby zastosować chemik, by sprawdzić, czy nieznana ciecz jest czysta, czy nie (wnioski wysnujcie na podstawie tego doświadczenia i jego wyniku).
2. Dlaczego temperatura krzepnięcia zmienia się w wyniku rozpuszczenia innego składnika w salicylanie fenylu?
3. Czy charakter tej zmiany zależy od temperatury krzepnięcia rozpuszczonego związku?

Rozdział 15

Wartość energetyczna produktów spożywczych



Rys. 1

Wprowadzenie

Wszelkie działania człowieka wymagają spalania kalorii, które generuje konieczną energię. W tym doświadczeniu, spalając trzy próbki produktów spożywczych (popcorn, piankę żelową i orzeszki ziemne), ustalicie ilość energii (w kJ/g) uwalnianej przez nie. Uwolniona energia ogrzewa znaną ilość wody i może zostać wyliczona z równania 1. Wartość energetyczną uzyskuje się dzieląc ciepło przez masę spalonego produktu spożywczego (równanie 2):

$$Q = mC_p\Delta T \quad (2) \qquad 1$$

gdzie:
Q = ilość ciepła uwalnianego/wchłanianego
m = masa wody
C_p = pojemność cieplna wody przy stałym ciśnieniu
ΔT = zmiana temperatury wody

$$E_{żywn.} = \frac{Q}{m_{żywn.}} \quad (2)$$

gdzie:
$E_{żywn.}$ = wartość energetyczna produktu spożywczego
$m_{żywn.}$ = masa spalonego produktu spożywczego

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40ºC do 140ºC)
- statyw z uchwytem pierścieniowym
- wieczko lub niewielka puszka (≤ 50 ml) na produkt żywnościowy
- niewielka puszka (100 – 200 ml) na wodę
- trzy próbki produktów spożywczych: popcorn, pianka żelowa i orzeszki ziemne
- waga
- dwie bagietki do mieszania
- menzura (cylinder miarowany)
- zimna woda
- zapałki
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	200 sek.

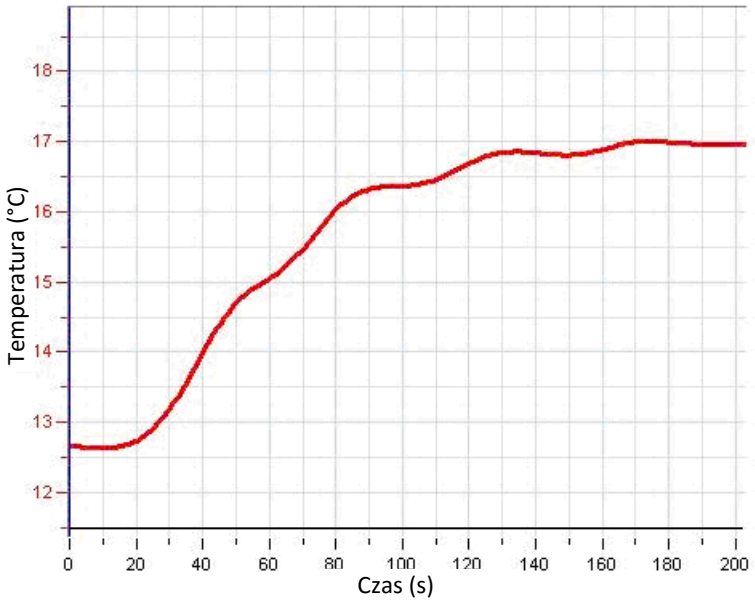
Procedura doświadczalna

W czasie trwania doświadczenia nie zdejmujcie okularów ochronnych.

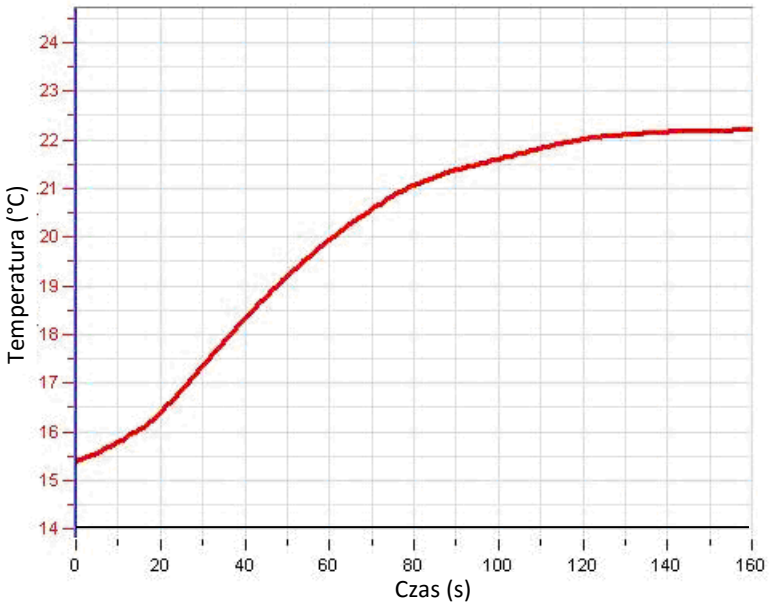
1. Ustalcie masę próbki żywności, którą zmierzycie ważąc próbkę.
2. Dodajcie 50 ml zimnej wody do pojemnika na wodę i ustalcie jego dokładną masę ważąc go.
3. Umieśćcie pierwszą próbkę żywności w puszce na żywność. Zauważcie, że próbki łatwiej się zapalą, jeśli zostaną zmielone. W szczególności dotyczy to orzeszków.
4. Umieśćcie puszkę z próbką żywności bezpośrednio pod pojemnikiem z wodą.
5. Włóżcie czujnik temperatury do wody (nie może w żadnym razie dotykać dna).
6. Zacznijcie mieszać próbkę wody w pojemniku.
7. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
8. Odczekajcie około minuty, zanim zapalicie zapałką próbkę żywności.
9. Dalej mieszajcie próbkę wody, dopóki temperatura nie przestanie rosnąć.

10. Wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.
11. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).
12. Powtórzcie procedurę 1-12 dla pozostałych dwóch próbek żywności.

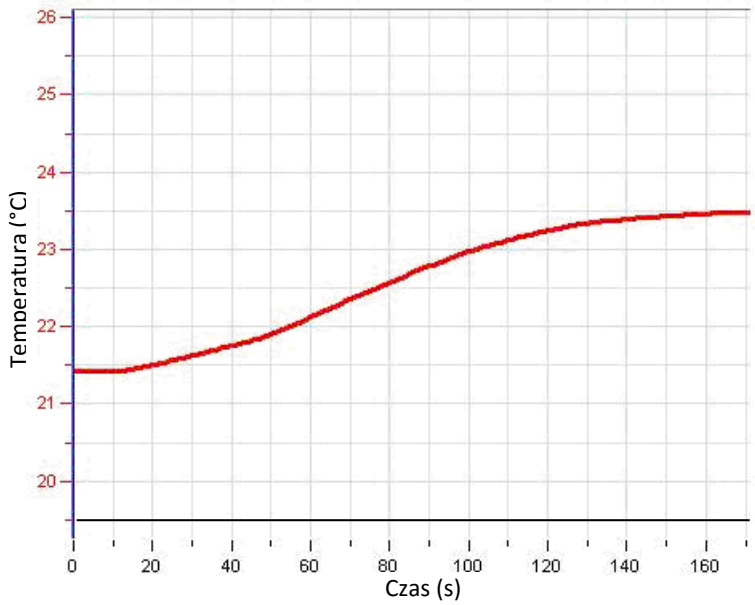
Poniżej pokazano przykładowe wykresy uzyskane w tym doświadczeniu:



Rys. 2: Spalanie 4,4 g orzeszków ziemnych



Rys. 3: Spalanie 0,5 g popcornu



Rys. 4: Spalanie 3,6 g pianki żelowej

Analiza danych

1. Zaznaczcie temperaturę wody na początku doświadczenia, a następnie zaznaczcie najwyższą zarejestrowaną temperaturę.
    a. Jaka była zmiana temperatury wody (ΔT) dla każdej z próbek żywności?
    b. Według pierwszego równania obliczcie ciepło (Q) wchłonięte przez wodę.
    c. Zważcie pozostałości próbek żywności, aby ustalić masę tego, co pozostało. Odejmijcie tę wartość od pierwotnej wagi żywności, aby ustalić $m_{żywn.}$ - masę żywności, która uległa spaleniu.

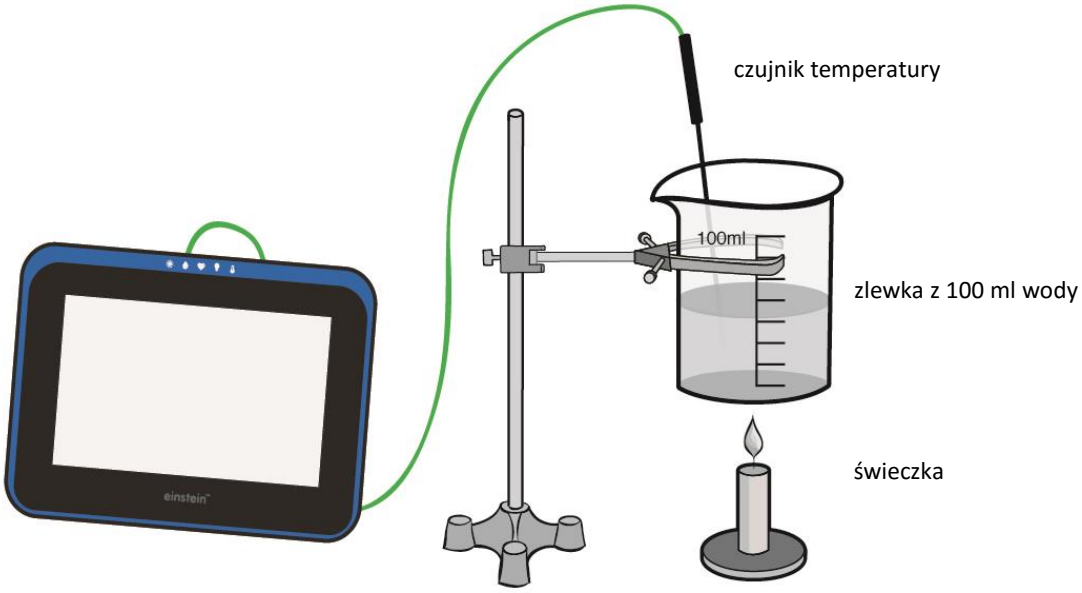
Uwaga: Ciepło właściwe wody w temperaturze 25°C wynosi 4,18 J/g°C .

Pytania

1. Która próbka żywności miała najwyższą wartość energetyczną (w kJ/g)?
2. Energia żywności wyrażana jest w jednostkach nazywanych kaloriami (4,18 kJ). Ile kalorii będzie miała torebka zawierająca 50 g orzeszków ziemnych?
3. Orzeszki ziemne mają dużą zawartość tłuszczu. Pianka żelowa i popcorn mają wysoką zawartość węglowodanów. Jakie uogólnienie, co do względnej wartości energetycznej tłuszczy i węglowodanów, można sformułować na podstawie uzyskanych wyników?

Rozdział 16

Wartość energetyczna paliw



Rys. 1

Wprowadzenie

W tym doświadczeniu ustalicie i porównacie ciepło wytwarzane przez dwa różne paliwa: parafinę i metanol. Parafina należy do grupy związków nazywanych alkanami. Benzyna i olej napędowy to ważne alkany, wykorzystywane jako paliwa.
Metanol i etanol wykorzystywane są jako dodatki do benzyny i zastępniki benzyny.
W tym doświadczeniu porównacie wartość energetyczną parafiny i metanolu, a zrobicie to, mierząc ich ciepło spalania.

Aby określić ciepło spalania, najpierw spalicie parafinę, a następnie metanol i wyliczycie ciepło wytworzone przez te dwa paliwa, mierząc ciepło pochłonięte przez znaną ilość wody:

$$Q = mC_p\Delta T \quad (1)$$

Gdzie:
Q = ilość ciepła uwalnianego lub wchłanianego
m = masa wody
C_p = pojemność cieplna wody przy ustalonym ciśnieniu
ΔT = zmiana wartości temperatury

Sprzęt

- tablet einstein™ z oprogramowaniem MiLAB™ lub tablet z systemem Android/iOS i oprogramowaniem MiLAB™ oraz zestaw einstein™ LabMate
- czujnik temperatury (zakres pomiarowy: od -40ºC do 140ºC)
- statyw z uchwytem pierścieniowym
- zlewka lub niewielka puszka (250 ml)
- waga
- menzura (cylinder miarowany)
- zimna woda
- bagietka do mieszania
- świeczka
- palnik na metanol (np. palnik z zestawu do fondue)
- zapałki
- okulary ochronne

Procedura konfiguracji sprzętu

1. Uruchomcie MiLAB™ ( ).
2. Podłączcie czujnik temperatury do jednego z gniazd w tablecie einstein™ lub zestawie czujników einstein™ LabMate.
3. Upewnijcie się, że wybrany został tylko **Czujnik temperatury**.
4. Połączcie elementy oprzyrządowania, jak pokazano na Rys. 1.

Ustawienia czujników

Zaprogramujcie czujniki tak, by zapisywały dane według następującej konfiguracji:

Czujnik temperatury (-40°C do 140°C)	
Częstotliwość pomiarów:	co 1 sek.
Czas trwania pomiaru:	200 sek.

Procedura doświadczalna

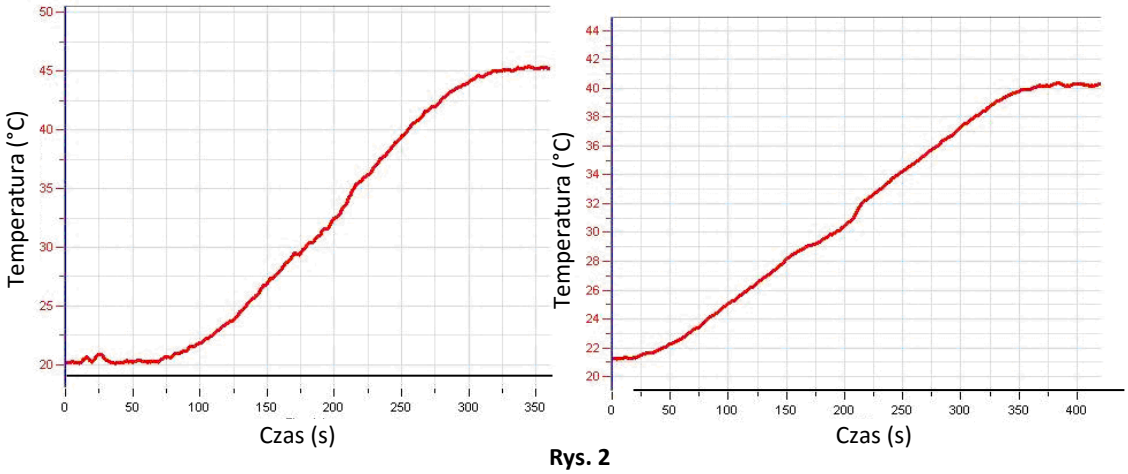
Załóżcie okulary ochronne i ustalcie masę pustego pojemnika na wodę.

1. Nalejcie 100 ml zimnej wody do zlewki i zważcie ją, aby ustalić jej dokładną masę.
2. Zważcie świeczkę, aby ustalić jej masę.
3. Użyjcie statywu, aby zamocować zlewkę w łapie nad świeczką.
4. Włóżcie czujnik temperatury do wody (nie może w żadnym razie dotykać dna).
5. Zacznijcie mieszać próbkę wody w pojemniku.
6. Wybierzcie **Start** ( ), aby rozpocząć zapis danych.
7. Odczekajcie około 30 sekund, zanim zapalicie świeczkę.
8. Dalej mieszajcie próbkę wody podczas jej podgrzewania.
9. Zgaście płomień, gdy woda osiągnie temperaturę 40°C .
10. Gdy temperatura już przestanie rosnąć, wybierzcie **Stop** ( ), aby zatrzymać rejestrację danych.

11. Zapiszcie dane, wybierając polecenie **Zapisz** ( ).
12. Zważcie wszystko, co pozostało ze świeczki (w tym nacieki woskowe), aby ustalić jej masę.
13. Zważcie palnik na metanol, aby ustalić jego masę.
14. Zastąpcie świeczkę palnikiem na metanol i powtórzcie doświadczenie z 200 ml wody.
15. Po zgaszeniu palnika na metanol, przykryjcie go kawałkiem metalu i pozostawcie do schłodzenia do temperatury pokojowej.
16. Zważcie palnik na metanol i pozostałe paliwo, aby ustalić ich masę.

Analiza danych

Poniżej pokazano przykładowe wykresy uzyskane w tym doświadczeniu:



Rys. 2

1. Na obu wykresach zaznaczcie temperaturę początkową i najwyższą osiągniętą temperaturę.
2. Ustalcie masę podgrzanej wody.
3. Jak bardzo zmieniała się temperatura wody (ΔT)?
4. Według podanego równania obliczcie ciepło (Q) wchłonięte przez wodę.
5. Ustalcie masę spalonej parafiny i spalonego metanolu.
6. Obliczcie procentową sprawność dla procesów w obu doświadczeniach. Podzielcie uzyskaną w doświadczeniu wartość [kJ/g] przez odpowiednie wartości literaturowe i pomnóżcie wynik przez 100. Wartości literaturowe: 41,5 kJ/g (parafina) i 30,0 kJ/g (etanol).

Pytania

1. Które paliwo wytwarza więcej energii z jednego spalonego grama? Podajcie wyjaśnienie tej różnicy (wskazówka: metanol CH_3OH to cząstka, która zawiera tlen; parafina $C_{25}H_{52}$ przeciwnie, nie zawiera tlenu).
2. Zasugerujcie zalety wykorzystania etanolu (lub parafiny) jako paliwa.
3. Omówcie czynniki powodujące straty ciepła, które przyczyniły się do niskiej sprawności procesu przeprowadzonego w doświadczeniu.

einstein™

UNiKOMP.pl
Nowe Technologie IT

adres 43-200 Pszczyna, ul. Piastowska 9
tel/fax (32) 2102211, 3263300, 2128822
e-mail sklep@unikomp.pl
internet www.wyswietlanie.pl

Więcej informacji o produktach **einstein™** na stronie:

www.multimediawszkole.pl

Autoryzowanym dystrybutorem produktów **einstein™** w Polsce jest ViDiS S.A.

ALBERT EINSTEIN and EINSTEIN are either trademarks or registered trademarks of The Hebrew University of Jerusalem. Represented exclusively by GreenLight. Official licensed merchandise. Website: einstein.biz © 2014 Fourier Systems Ltd. All rights reserved. Fourier Systems Ltd. logos and all other Fourier product or service names are registered trademarks or trademarks of Fourier Systems. All other registered trademarks or trademarks belong to their respective companies. einstein™World LabMate, einstein™Activity Maker, MultiLab, MiLAB and Terra Nova, are registered trademarks or trademarks of Fourier Systems LTD. First Edition, April 2014.