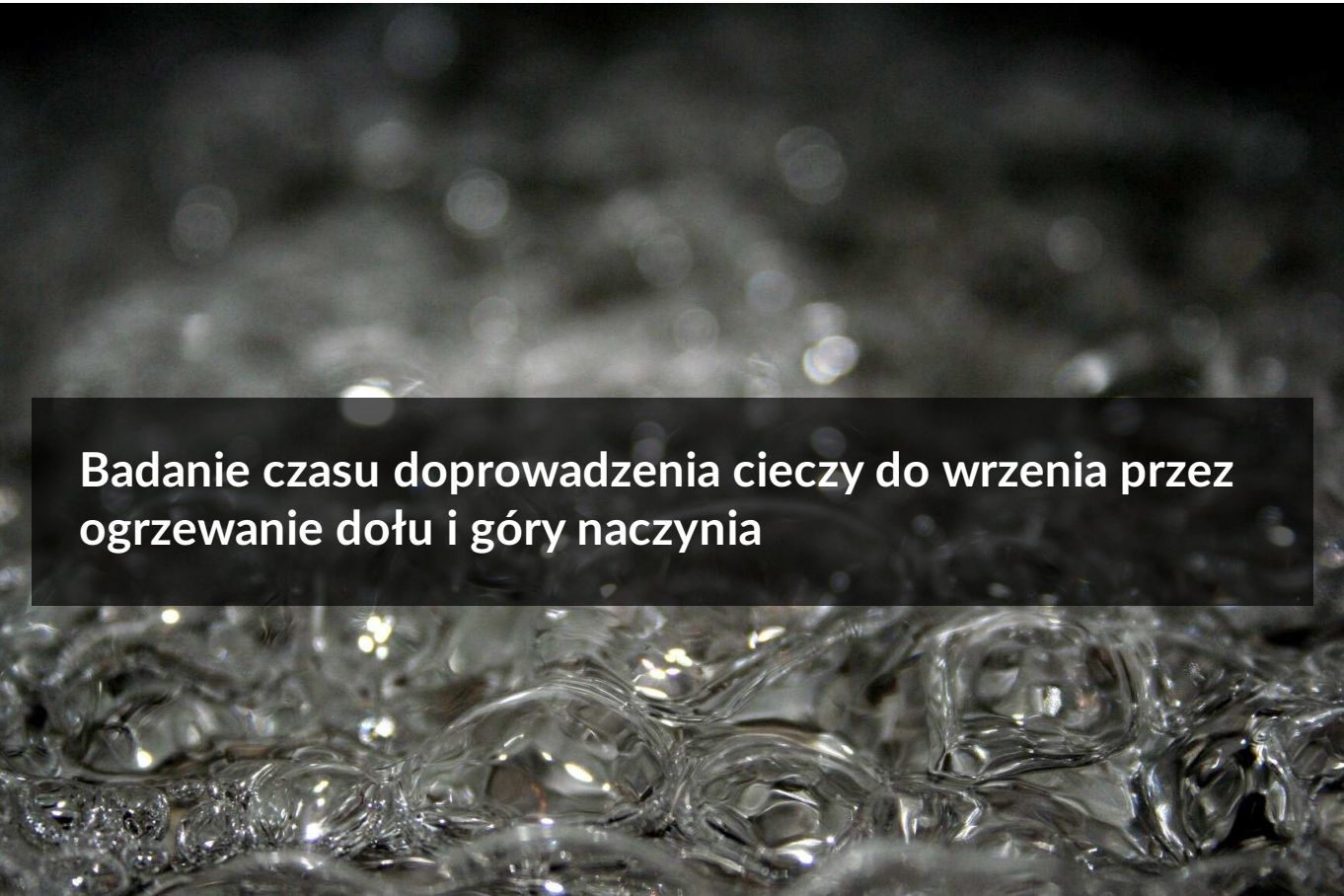




## Badanie czasu doprowadzenia cieczy do wrzenia przez ogrzewanie dołu i góry naczynia

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium WL-S](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Badanie czasu doprowadzenia cieczy do wrzenia przez ogrzewanie dołu i góry naczynia

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/boiling-water-bubbles-cooking-water-1632332/> [dostęp 12.05.2023].

## Czy to nie ciekawe?

Aby zagotować wodę zawsze podgrzewamy ją od dołu (Fot. a.). Ale właściwie dlaczego? Czy nie dałoby się jej zagotować podgrzewając od góry? Sprawdź to w naszym wirtualnym laboratorium.



Fot. a. Gotując wodę w garnku, czy w czajniku elektrycznym, zawsze podgrzewamy ją od dołu. Czy ma to uzasadnienie fizyczne. Czy czajniki elektryczne z grzałką umieszczoną na górze nie byłyby przypadkiem efektywniejsze?

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/cooking-lunch-kitchen-couple-pot-1861487/> [dostęp 16.03.2022].

### **Twoje cele**

- poznasz sposoby przekazu ciepła poprzez konwekcję i przewodzenie,
- zrozumiesz różnice między obydwoma zjawiskami,
- zbadasz w wirtualnym laboratorium, czy podgrzewanie wody od dołu i z góry daje ten sam efekt,
- dowiesz się, jaki jest najskuteczniejszy sposób ogrzewania wody.

# Przeczytaj

---

## Warto przeczytać

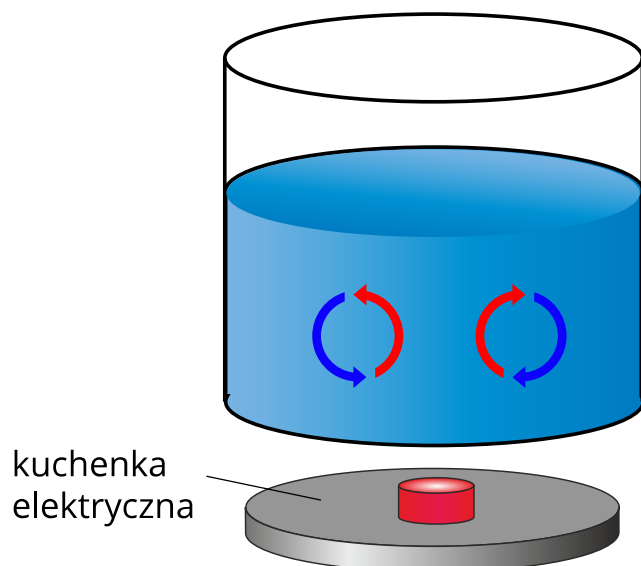
Aby ogrzewana woda zagotowała się, ciepło musi przenosić się od miejsca podgrzewania w dalsze obszary wody.

Energia cieplna może rozchodzić się w cieczy przez **przewodzenie ciepła** lub przez **konwekcję**.

**Przewodzenie ciepła** polega na przekazywaniu energii kinetycznej w bezpośrednich zderzeniach między cząsteczkami cieczy. Energia cieplna przepływa zawsze od obszaru o wyższej temperaturze do obszaru o niższej temperaturze. **Temperatura** jest miarą średniej energii kinetycznej cząsteczek. Cząsteczki ciała o wysokiej temperaturze poruszają się z dużą średnią energią kinetyczną, a cząsteczki ciała chłodniejszego mają mniejszą średnią energię kinetyczną. W zderzeniach cząsteczek energia kinetyczna jest przekazywana od cząsteczki o większej energii do cząsteczki o mniejszej energii. Przy kolejnym zderzeniu energia przekazywana jest coraz dalej w stronę obszaru o niższej temperaturze. W ten sposób następuje przewodzenie ciepła.

Szybkość **przewodzenia ciepła** określa **współczynnik przewodnictwa cieplnego** danej substancji. Jeśli ten współczynnik ma dużą wartość, to substancja jest dobrym przewodnikiem ciepła. Mała wartość **przewodnictwa właściwego** oznacza, że mechanizm przekazywania ciepła drogą przewodzenia jest mało wydajny. Z reguły, ciecze i gazy źle przewodzą ciepło. Przewodnictwo cieplne właściwe wody wynosi ok.  $0,6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . To bardzo mało w porównaniu z metalami, które są zazwyczaj dobrymi przewodnikami ciepła, i dla których przewodnictwo cieplne właściwe wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Przewodzenie ciepła przez wodę nie odgrywa więc istotnej roli. Transfer energii cieplnej w wodzie odbywa się znacznie skuteczniej drogą konwekcji.

**Konwekcja** to proces przekazywania ciepła związany z makroskopowym ruchem materii w płynach, czyli w gazach lub cieczech. Ruch ten pojawia się wtedy, gdy temperatura dolnych warstw płynu jest wyższa niż warstw górnych. Różnica temperatur powoduje różnicę gęstości płynu. Na skutek siły wyporu gorący płyn, o mniejszej gęstości, wznosi się ku górze. Natomiast chłodny płyn, o większej gęstości, opada na dół za sprawą siły grawitacji. Powstają skierowane do góry prądy ciepłego płynu i skierowane do dołu prądy chłodnego płynu. Nazywamy je **prądami konwekcyjnymi**. Zjawisko konwekcji przyczynia się do wyrównywania temperatur w całej objętości płynu. Prąd gazu lub cieczy o wysokiej temperaturze unosi ze sobą energię cieplną, którą przekazuje otoczeniu na większych wysokościach.



Rys. 1. W podgrzewanej wodzie ciepło z dolnych warstw przekazywane jest do górnych w procesie konwekcji.  
 Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Rys. 1. przedstawia podgrzewaną od dołu wodę. Energia cieplna przekazywana jest cząsteczkom wody znajdującym się blisko dna. Energia kinetyczna tych cząsteczek zwiększa się, przez co wzrasta temperatura. Cząsteczki poruszają się coraz szybciej, na skutek czego powiększają się odległości między nimi. Jest to zjawisko rozszerzalności cieplnej. Wraz ze zwiększaniem się objętości, maleje gęstość wody w dolnej warstwie, co powoduje wypływanie gorącej wody z dna na powierzchnię. Na jej miejsce napływa chłodna woda z góry.

## Słowniczek

### przewodność cieplna (właściwa)

(ang.: *thermal conductivity*) zwana też przewodnictwem cieplnym (właściwym) - właściwość fizyczna ciała opisująca zdolność substancji do przekazywania energii wewnętrznej.

### rozszerzalność cieplna

(ang.: *thermal expansion*) zjawisko polegające na powiększaniu się objętości gazów cieczy i ciał stałych wraz ze wzrostem temperatury.

### temperatura

(ang.: *temperature*) - miara średniej energii kinetycznej cząsteczek ciała.

### współczynnik przewodnictwa cieplnego

(ang.: *thermal conductivity of a material*) zwany też **przewodnictwem lub przewodnością cieplną**  $k$ , to wielkość określająca, jak dana substancja przewodzi ciepło. Duża wartość przewodnictwa właściwego oznacza, że substancja jest dobrym przewodnikiem ciepła. Ciała słabo przewodzące ciepło, zwane izolatorami cieplnymi, mają małą wartość przewodnictwa właściwego. Przewodnictwo właściwe wyraża się

wzorem:  $k = \frac{Qd}{tS\Delta T}$ , gdzie  $Q$  to ilość ciepła przepływającego przez ciecz,  $t$  - czas przepływu,  $S$  - pole przekroju poprzecznego, przez który przepływa ciepło,  $\Delta T$  - różnica temperatur między końcami ciała,  $d$  - grubość ciała (przegrody). Jednostką przewodnictwa właściwego jest  $\frac{W}{m \cdot K}$  (wat na metr i kelwin).

# Wirtualne laboratorium WL-S

---

## **Badanie czasu doprowadzenia cieczy do wrzenia przez ogrzewanie naczynia od dołu lub z góry**

Przeprowadź dwuczęściowy eksperyment w wirtualnym laboratorium. Wykonaj ćwiczenia i polecenia związane z wyposażeniem laboratorium, dokonaniem pomiarów oraz opracowaniem wyników.

## Doświadczenie 1

Porównanie czasu doprowadzenia cieczy do wrzenia przy ogrzewaniu jej od dołu i z góry

### Problem badawczy

---

W jakiej sytuacji woda zacznie wrzeć szybciej - gdy jest ogrzewana od dołu, czy z góry?

### Hipoteza

---

#### Ćwiczenie 1

### Co będzie potrzebne

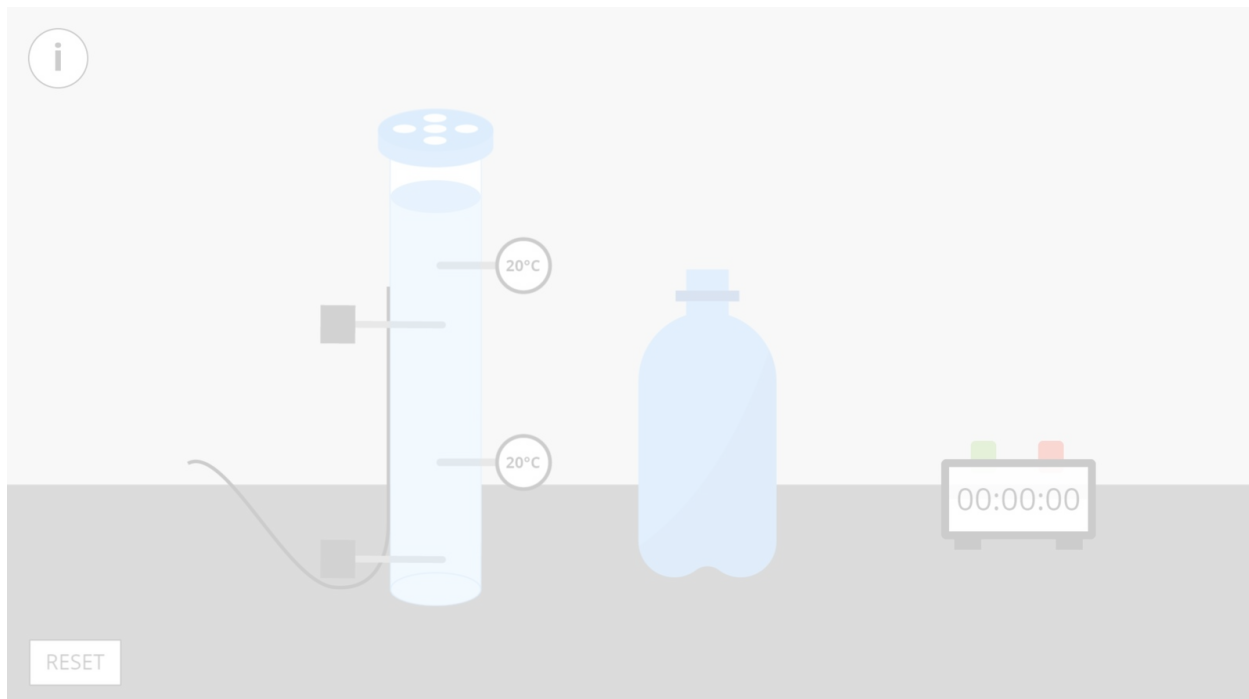
---

#### Ćwiczenie 2

### Instrukcja

---

1. Zapoznaj się z wyposażeniem i działaniem wirtualnego laboratorium.
2. Zaplanuj doświadczenie, które udzieli odpowiedzi na pytanie postawione w problemie badawczym.
3. Weź pod uwagę, że jeśli będzie to potrzebne podczas przeprowadzania eksperymentu, możesz opróżnić naczynie (klikając na nie) oraz napełnić je świeżą wodą (klikając na butelkę).
4. Wpisz plan postępowania do dziennika doświadczenia.
5. Do dyspozycji masz tabelę „**Wyniki pomiarów**”, którą należy wcześniej przygotować wpisując nagłówki kolumn wraz z jednostkami wielkości fizycznych. Nie musisz wykorzystać wszystkich kolumn.
6. Jeżeli nie będziesz wykonywać pomiarów, wykorzystaj pole „**Obserwacje**” do zapisania wyników doświadczenia.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D2QZxvFbV>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

## Podsumowanie

### Polecenie 1

Podsumuj wyniki eksperymentu i wpisz do formularza zwięzły raport z przeprowadzonego doświadczenia. Zawrzyj w nim między innymi informację, czy Twoja hipoteza badawcza potwierdziła się. Jeśli uznasz, że problem badawczy lub hipotezę należy zmodyfikować - uczyn to w raporcie.

## Doświadczenie 2

Porównanie procesów przekazywania ciepła w wodzie przez konwekcję i przez przewodnictwo cieplne

### Problem badawczy

---

Ile razy szybciej w naszym laboratorium ciepło przekazywane jest w wodzie przez konwekcję niż przez przewodnictwo cieplne?

### Hipoteza

---

#### Polecenie 2

Wpisz swoją hipotezę do formularza poniżej.

### Co będzie potrzebne

---

Doświadczenie przeprowadzisz wykorzystując to samo laboratorium, co poprzednio, jednak wykonaj poniższe ćwiczenie dotyczące modyfikacji wyposażenia.

#### Ćwiczenie 3

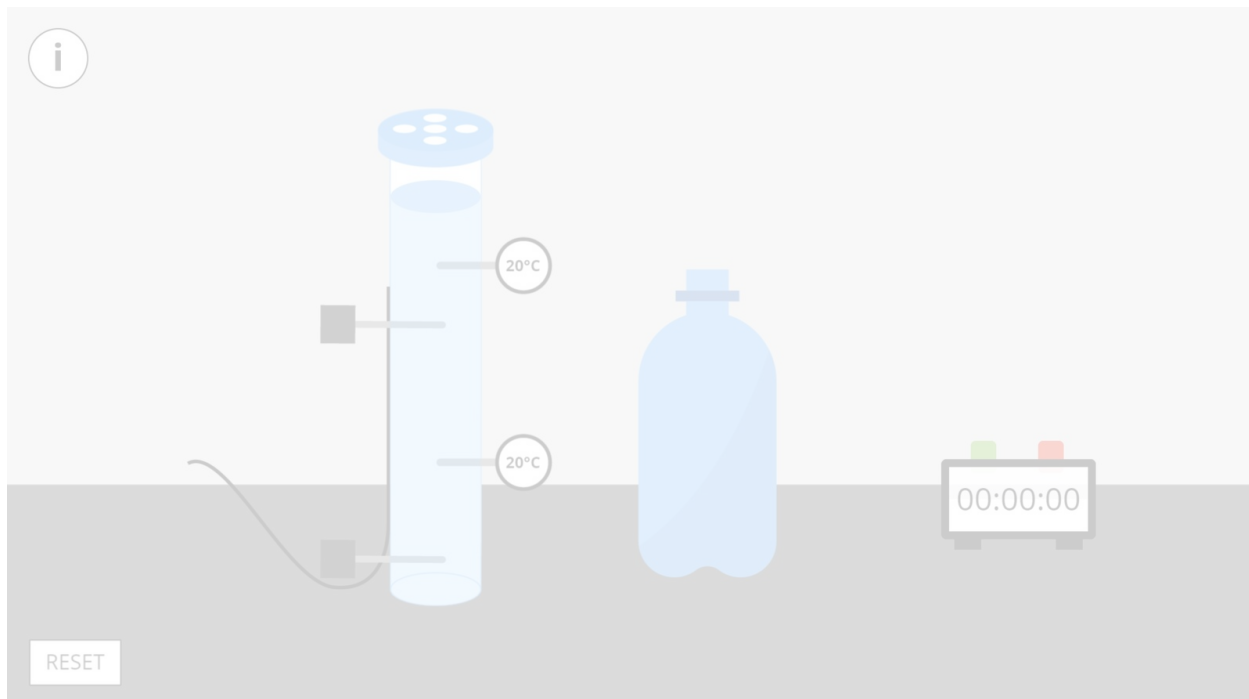
Do formularza wpisz, jakie modyfikacje wyposażenia laboratorium proponujesz wprowadzić, aby jak najdokładniej przeprowadzić ilościowe doświadczenie, które odpowie na pytanie badawcze.

### Instrukcja

---

#### Polecenie 3

Przemyśl, jak wykonasz doświadczenie i wpisz swój plan do dziennika. W dzienniku masz także do dyspozycji tabelę „Wyniki pomiarów” i formularz „Obserwacje”, z których korzystaj tak, jak opisano to w poprzednim doświadczeniu.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D2QZxvFbV>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

## Podsumowanie

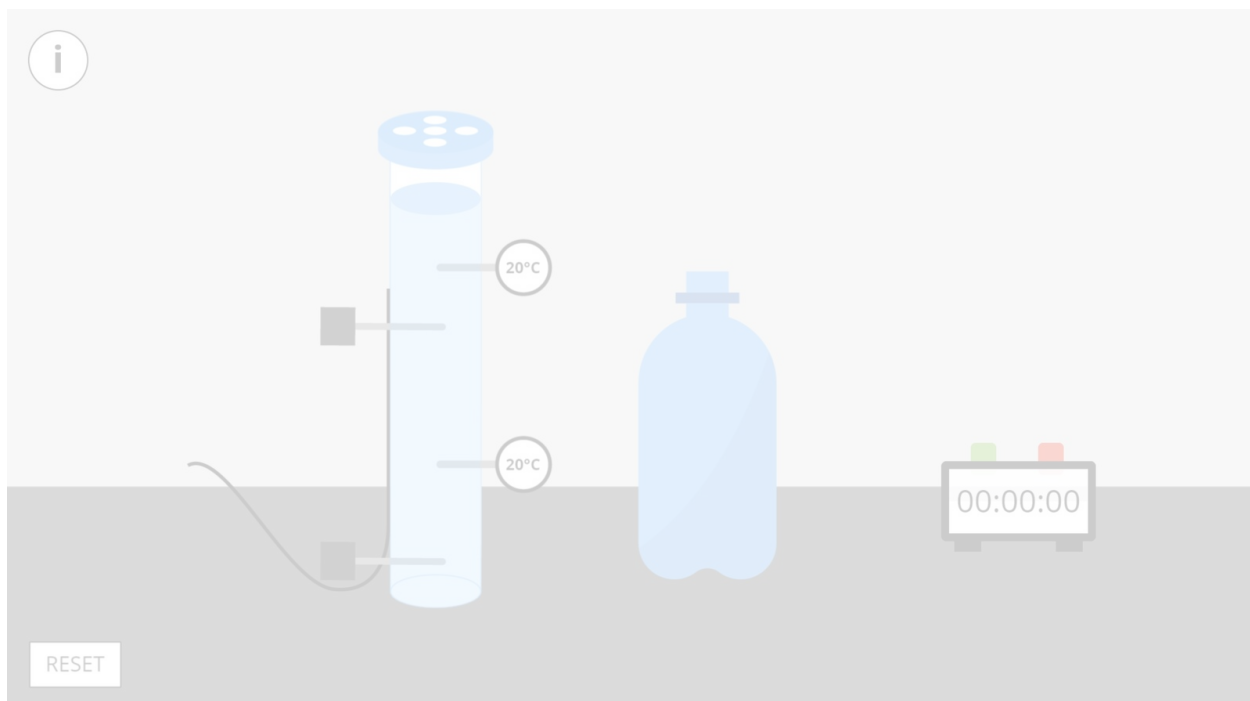
### Polecenie 4

Podsumuj wyniki eksperymentu i wpisz do formularza zwięzły raport z przeprowadzonego doświadczenia. Zawrzyj w nim między innymi informację, czy Twoja hipoteza badawcza potwierdziła się i skomentuj wyniki.

W dołączonym do tego e-materiału wirtualnym laboratorium możesz przeprowadzić doświadczenie, dzięki któremu odpowiesz na pytanie: *Który ze sposobów ogrzewania wody: od góry, czy od dołu, jest efektywniejszy?*

Zapoznaj się z wyposażeniem laboratorium, a następnie zaplanuj i wykonaj odpowiednie pomiary. Notuj swoje obserwacje i wyciągaj wnioski.

Życzymy Ci udanej zabawy!



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D2QZxvFbV>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

### **Polecenie 5**

Wykonaj pomiar czasu doprowadzenia wody do wrzenia, gdy włączona jest jedynie dolna grzałka. Zanotuj temperaturę wody odczytaną z dolnego i górnego termometru. Pomiar powtórz przy włączonej tylko górnej grzałce. Czy po automatycznym wyłączeniu się grzałek temperatura w całym naczyniu jest taka sama? Czy zmierzone czasy są takie same, czy różne? Jeśli różnią się od siebie, wyjaśnij, skąd biorą się te różnice.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



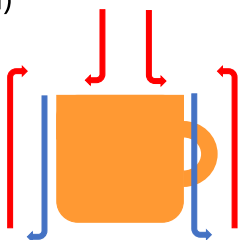
Aby oziębic napój, wrzucamy do niego kostki lodu, które pływają po powierzchni cieczy. Zastanów się, czy proces spadku temperatury nie byłby szybszy, gdybyśmy zepchnęli kostki lodu na dno szklanki i tam je przytrzymali. Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 5

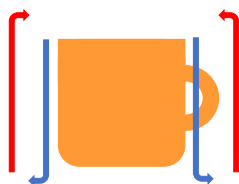


Odpowiedz, który rysunek poprawnie przedstawia ruch powietrza wokół kubka z gorącą herbatą? Kolor czerwony oznacza wyższą temperaturę powietrza, a niebieski niższą.

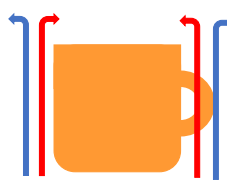
a)



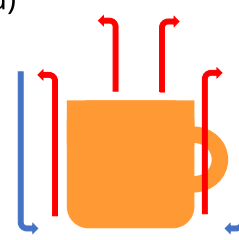
b)



c)



d)



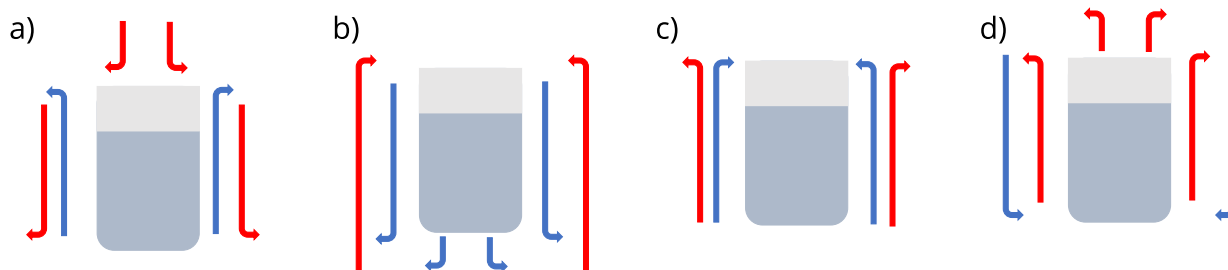
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

## Ćwiczenie 6



Odpowiedz, który rysunek poprawnie przedstawia ruch powietrza wokół szklanki z zimnym napojem z kostkami lodu? Kolor czerwony oznacza wyższą temperaturę powietrza, niebieski niższą temperaturę.



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

## Ćwiczenie 7

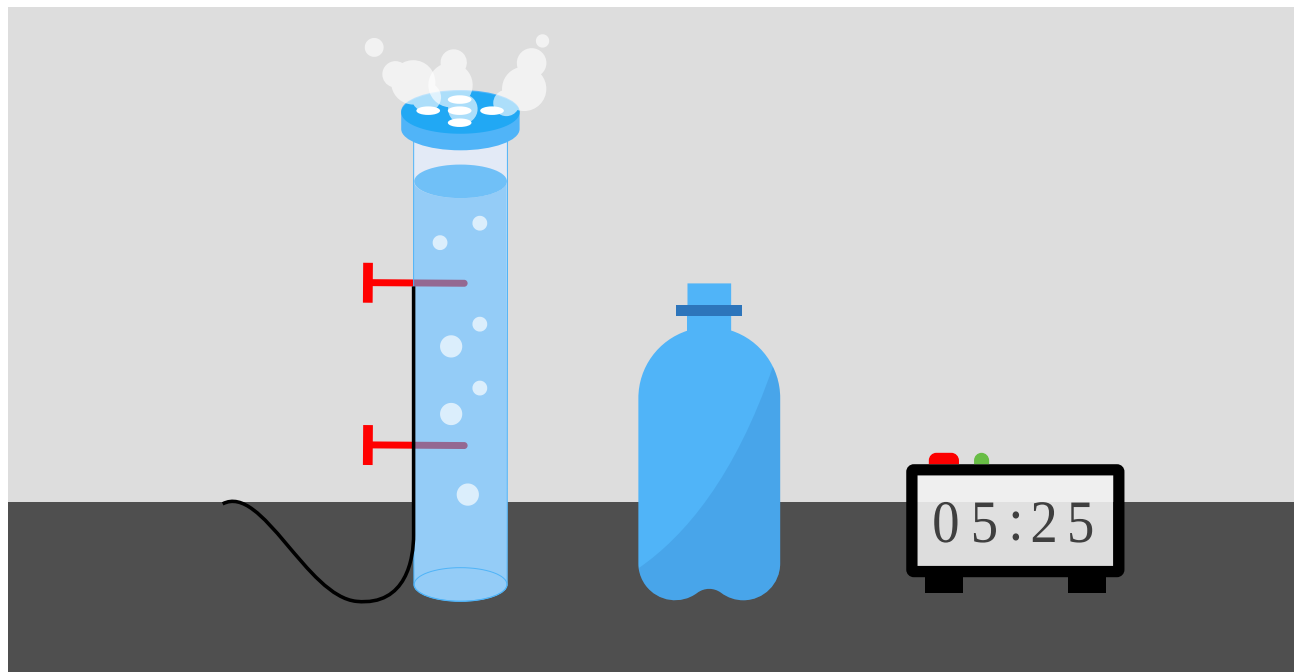


Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

## Ćwiczenie 8



W doświadczeniu w wirtualnym laboratorium próbujemy zagotować wodę przez podgrzewanie grzałką umieszczoną tuż pod powierzchnią wody, co skutkuje zagotowaniem tylko części wody nad grzałką. Zastanów się, co by się stało, gdyby grzałka nie wyłączyła się w momencie rozpoczęcia wrzenia. Czy po pewnym czasie rozpoczęłoby się wrzenie w całej objętości wody?



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz lekcji

<b>Imię i nazwisko autora:</b>	Krystyna Wosińska
<b>Przedmiot:</b>	Fizyka
<b>Temat zajęć:</b>	<b>Badanie czasu doprowadzenia cieczy do wrzenia przez ogrzewanie dołu i góry</b>
<b>Grupa docelowa:</b>	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

<p><b>Podstawa programowa:</b></p>	<p><b>Cele kształcenia – wymagania ogólne</b></p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p> <p><b>Zakres podstawowy</b></p> <p><b>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;</p> <p>15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>V. Termodynamika. Uczeń:</p> <p>2) odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy.</p> <p><b>Zakres rozszerzony</b></p> <p><b>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;</p> <p>19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>VI. Termodynamika. Uczeń:</p> <p>2) odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy.</p>
<p><b>Kształtowane kompetencje kluczowe:</b></p>	<p><b>Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,</li> <li>• kompetencje cyfrowe,</li> <li>• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,</li> <li>• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.</li> </ul>

<b>Cele operacyjne:</b>	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. wyjaśnia, na czym polega przekazywanie ciepła przez konwekcję,</li> <li>2. odróżnia zjawisko konwekcji od przekazu ciepła przez przewodzenie,</li> <li>3. analizuje zjawiska konwekcji występujące w cieczach i w powietrzu,</li> <li>4. oceni, który sposób ogrzewania wody jest skuteczniejszy, od góry czy od dołu,</li> <li>5. planuje i przeprowadza doświadczenie w wirtualnym laboratorium mające na celu zbadanie czasu doprowadzania wody do wrzenia różnymi sposobami.</li> </ol>
<b>Strategie nauczania:</b>	strategia eksperymentalno-obszawacyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
<b>Metody nauczania:</b>	wykład informacyjny, eksperyment w wirtualnym laboratorium, analiza pomysłów
<b>Formy zajęć:</b>	praca w parach, praca w grupach, praca indywidualna
<b>Środki dydaktyczne:</b>	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
<b>Materiały pomocnicze:</b>	e-materiał: „Jak definiuje się przewodnictwo właściwe?”, „Na czym polega transport ciepła przez konwekcję?”
<b>PRZEBIEG LEKCJI</b>	
<b>Faza wprowadzająca:</b>	
Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”. Odwołanie do codziennej wiedzy uczniów o gotowaniu wody.	
<b>Faza realizacyjna:</b>	

Nauczyciel wyjaśnia, czym jest przewodzenie ciepła, podkreślając, że woda jest złym przewodnikiem ciepła. Nauczyciel stawia uczniom pytania związane z doprowadzaniem wody do wrzenia. W kierowanej przez nauczyciela dyskusji uczniowie dochodzą do wniosku, że energia cieplna w wodzie (i w innych płynach) może rozchodzić się przez przewodzenie ciepła lub przez konwekcję. Na przykładzie podgrzewanej wody nauczyciel wyjaśnia, na czym polega zjawisko konwekcji i zwraca uwagę uczniów na inne przykłady konwekcji (np. powstawanie kominów ciepłego powietrza, z których korzystają ptaki podczas wznoszenia się do góry).

Uczniowie zastanawiają się, jak zachowa się woda podgrzewana od dołu i od góry. W celu sprawdzenia wniosków, do których doszli w dyskusji, uczniowie w parach wykonują doświadczenie w wirtualnym laboratorium, polegające na doprowadzeniu wody do wrzenia przez ogrzewanie od dołu i od góry. Po wykonaniu doświadczeń, wytypowana przez nauczyciela osoba na forum klasy dokonuje podsumowania uzyskanych wyników.

#### **Faza podsumowująca:**

Zespoły dzielą się na forum klasy wynikami przeprowadzonych doświadczeń. Następnie uczniowie w grupach 4-osobowych dyskutują, co by się stało, gdyby górna grzałka nie wyłączyła się w momencie rozpoczęcia wrzenia wody (zadanie 8 z zestawu ćwiczeń).

#### **Praca domowa:**

Zadania z zestawu ćwiczeń: obowiązkowo zadania 1 – 4, do wyboru jedno z pozostałych zadań.

#### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:**

Multimedium bazowe może też być wykorzystane przez uczniów poza lekcjami w celu samodzielnego wykonania doświadczenia. Można je również wykorzystać podczas lekcji poświęconych: przekazowi ciepła i zjawisku konwekcji.