



Na czym polega transport ciepła przez konwekcję

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

A close-up photograph of a white radiator. The radiator has a series of horizontal slats. A white control knob is visible, with the word "overheat" and an arrow pointing upwards. The background is dark.

Na czym polega transport ciepła przez konwekcję

Czy to nie ciekawe ?



Rys. a. W bezwietrznych warunkach płomień palącej się zapalniczki zawsze będzie skierowany ku górze.

Popatrz na płonącą zapalniczkę. Płomień to rozgrzane, świecące gazy. Jeśli nie wieje wiatr, to płomień zawsze kieruje się do góry. Gdy ustawimy dłoń około 10 cm z boku płomienia - nie

czujemy gorąca, ale w tej samej odległości nad zapalką wyraźnie można wyczuć, że powietrze ma wyższą temperaturę. Dlaczego płomień ogrzewa powietrze nad zapalką, a nie z boku? Za to zjawisko odpowiedzialna jest konwekcja. Z konwekcją związanych jest wiele otaczających nas zjawisk: tworzenie się białych obłoków - cumulusów, powstawanie bryzy morskiej, ruch wody podgrzewanej w garnku i wiele innych.

### **Twoje cele**

Dzięki lekturze tego e-materiału:

1. dowiesz się, na czym polega przekazywanie ciepła przez konwekcję,
2. przeanalizujesz zjawiska konwekcji występujące w przyrodzie i życiu codziennym,
3. ocenisz efektywność działania grawitacyjnej instalacji centralnego ogrzewania, która wykorzystuje zjawisko konwekcji.

# Przeczytaj

---

## Warto przeczytać

### Czym jest konwekcja?

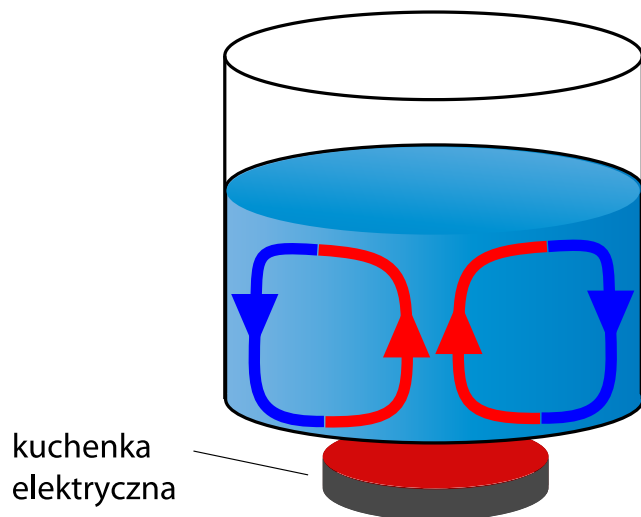
**Konwekcja** to proces przekazywania ciepła związany z makroskopowym ruchem materii w płynach, czyli w gazach lub cieczech. Ruch ten pojawia się wtedy, gdy **temperatura** dolnych warstw płynu jest wyższa niż warstw górnych. Różnica **temperatur** powoduje różnicę **gęstości** płynu. Na skutek siły wyporu gorący płyn, o mniejszej **gęstości**, wznosi się ku górze, natomiast chłodny płyn, o większej **gęstości**, za sprawą siły grawitacji, opada na dół. Powstają prądy ciepłego płynu skierowane do góry i chłodnego skierowane w dół. Prądy te nazywamy **prądami konwekcyjnymi**. W warunkach, gdy różnica temperatur na górze i na dole płynu nie zmienia się przez długi czas, prądy te mogą tworzyć tzw. **komórki konwekcyjne**, które mogą być stabilne przez długi czas.

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.

### Przykłady zjawiska konwekcji

#### Przykład 1. Podgrzewanie wody w garnku przy pomocy kuchenki

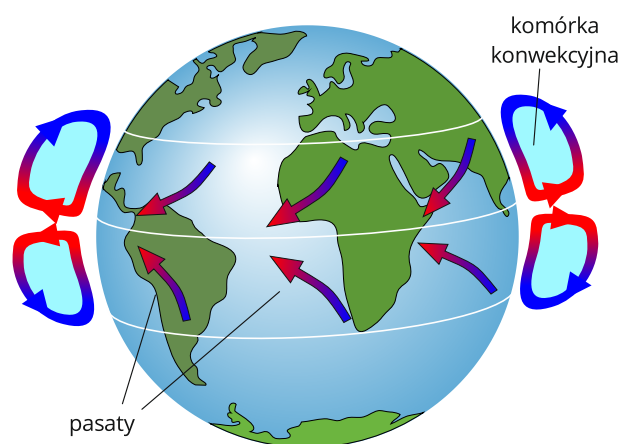
Rys. 1. przedstawia wodę w naczyniu, która jest podgrzewana od dołu. Energia cieplna przekazywana jest cząsteczkom wody znajdującym się blisko dna. Energia kinetyczna tych cząsteczek zwiększa się, dzięki czemu wzrasta **temperatura** najniższych warstw cieczy. Cząsteczki poruszają się coraz szybciej, na skutek czego powiększają się odległości między nimi. Jest to zjawisko **rozszerzalności cieplnej** (zob. e-materiał pt. *Na czym polega zjawisko rozszerzalności objętościowej cieczy?*). Wraz ze zwiększaniem się objętości, maleje **gęstość** wody w dolnej warstwie. Powoduje to przemieszczanie się gorącej wody z dna naczynia ku górze. Miejsce gorącej wody z dna zajmuje chłodna woda, która napływa z góry naczynia. Tworzą się komórki konwekcyjne.



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>.

### Przykład 2. Konwekcja w atmosferze ziemskiej - powstawanie pasatów

Zjawisko konwekcji w atmosferze ziemskiej odpowiada za kształtowanie się klimatu.



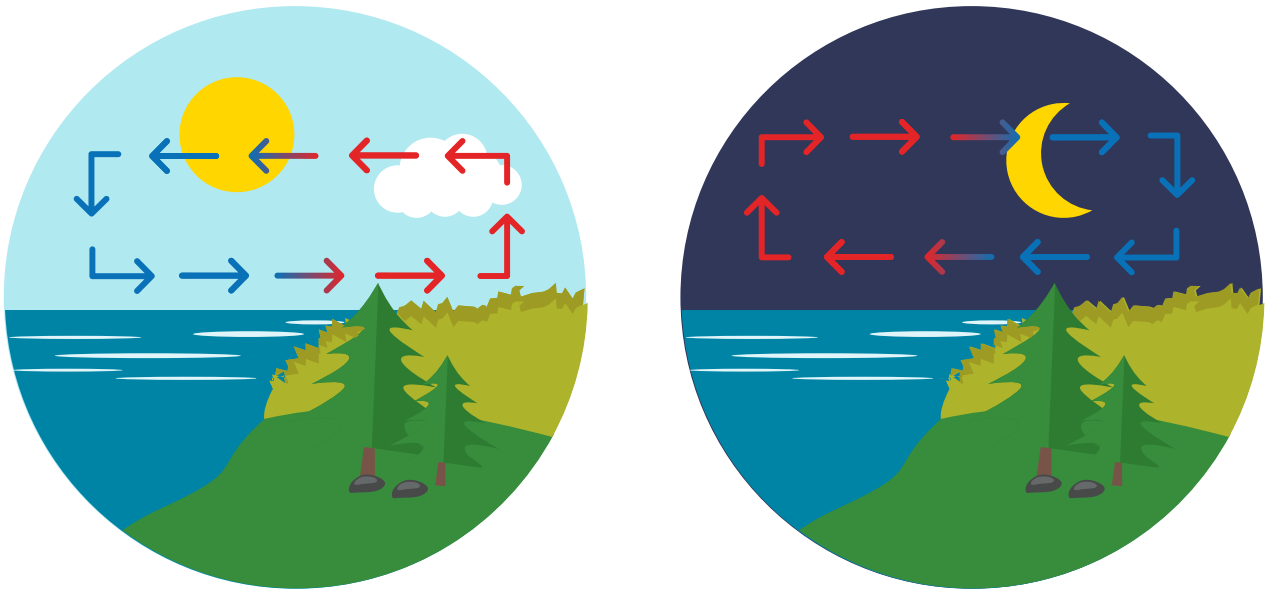
Rys. 2. Zjawisko konwekcji w atmosferze ziemskiej powoduje występowanie stałych wiatrów – pasatów.  
 Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Rys. 2. pokazuje układ prądów konwekcyjnych w atmosferze ziemskiej, który odpowiada stabilnym komórkom konwekcyjnym powietrza. W pobliżu równika gorące powietrze unosi się do góry i na dużej wysokości zaczyna się przemieszczać się na północ i na południe, w kierunku zwrotników. W okolicy zwrotników ochłodzone powietrze opada na dół i w postaci stałych wiatrów – **pasatów** – kieruje się ponownie w stronę równika.

### Przykład 3. Powstawanie bryzy

Rys. 3. obrazuje inny przykład powietrznych prądów konwekcyjnych, które są odpowiedzialne za powstawanie **bryzy**, tj. wiatru wiejącego na granicy lądu i morza lub

jeziora. Woda nagrzewa się i stygnie wolniej niż ziemia i skały. Z tego powodu podczas dnia temperatura powietrza nad lądem jest z reguły wyższa niż nad wodą (nagrzane skały oddają ciepło powietrzu podnosząc jego temperaturę). Ciepłe powietrze znad lądu wznosi się i przemieszcza nad wodę, gdzie oddaje energię cieplną zalegającym tam chłodniejszym masom powietrza. Jego zmniejsza się. Ochłodzone powietrze opada nad wodę i dołem powraca nad ląd. To dlatego w ciągu dnia obserwujemy chłodną bryzę od strony morza w kierunku lądu. Nocą jest odwrotnie. Temperatura powietrza nad wodą jest wyższa niż nad lądem. Nocą kierunek prądu konwekcyjnego zmienia się i chłodna bryza wieje od lądu w kierunku morza.



Rys. 3. Ruch powietrza na granicy morza i lądu powoduje powstanie w dzień chłodnej bryzy od strony morza w kierunku lądu, a w nocy chłodnej bryzy od strony lądu w kierunku morza.

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

#### Przykład 4. Chmury kłębiaste zwane cumulusami

W letnie dni często widzimy na niebie białe obłoki zwane cumulusami. Za ich powstanie jest również odpowiedzialne zjawisko konwekcji. W ciepły, słoneczny dzień nagrzewa się grunt, a od niego warstwa powietrza nad ziemią. Ciepłe powietrze wznosi się pionowo, po czym ulega ochłodzeniu, co prowadzi do skraplania pary wodnej zawartej w powietrzu. Drobne kropelki wody tworzą chmurę – cumulusa.



Rys. 4. Cumulusy o najpiękniejszych kształtach tworzą się przy bezwietrznej pogodzie.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/pole-land-chmury-niebo-horyzont-533541/> [dostęp 1.06.2022].

### Przykład 5. Zrób to sam ...

Zjawisko konwencji można łatwo zademonstrować w warunkach domowych. Potrzebujesz do tego tylko dwóch rzeczy: świeczki i wyciętej z papieru spirali.

Na początek umieść świeczkę na górze otwartego okna. W którą stronę jest skierowany jej płomień? Teraz przestaw świeczkę na dół okna. Czy kierunek płomienia pozostał taki sam? W zamkniętym pomieszczeniu temperatura jest wyższa w pobliżu sufitu. Gdy świeczka znajduje się na górze okna, płomień kieruje się na zewnątrz, bo ciepłe powietrze unosi się i górą ucieka z pomieszczenia na zewnątrz. Gdy świeczka stoi na dole okna, płomień kieruje się do środka pomieszczenia, ponieważ chłodne powietrze dołem przez okno dostaje się do wnętrza.

Omówmy teraz drugą część doświadczenia. Wytnij z papieru spiralę, zawieś ją na nitce i trzymaj nad zapaloną świeczką - uważaj tylko, by spirala się nie zapaliła! Co się dzieje ze spiralą? Płynący w górę strumień ciepłego powietrza sprawia, że spirala zaczyna się kręcić!

### Konwekcja swobodna i wymuszona

W opisanych wyżej przykładach ruch cieczy lub gazu wywołany był różnicą **temperatur**, co pociągało za sobą różnicę **gęstości**. Taki proces nazywamy **konwekcją swobodną**. Gdy ruch cieczy lub gazu spowodowany jest siłą zewnętrzną, na przykład działaniem wentylatora lub pompy, to takie zjawisko nazywamy **konwekcją wymuszoną**.

Warto również wspomnieć o tym, że w określonych warunkach, powstające w różnych płynach (cieczach lub gazach) komórki konwekcyjne, mają pewne określone, minimalne rozmiary. Jeżeli objętość, w której znajduje się płyn, jest mniejsza od minimalnego rozmiaru komórki konwekcyjnej, wówczas prąd konwekcyjny nie powstanie - nie zaobserwujemy konwekcji. Tę cechę zjawiska konwekcji wykorzystuje się podczas konstrukcji materiałów izolacyjnych, w których występują przestrzenie wypełnione powietrzem o tak małej objętości, aby nie zachodziła w nich konwekcja. Przykłady takich materiałów to: pianka poliuretanowa, polar, czy styropian.

## Słowniczek

### Gęstość

(ang. *density*) – masa ciała o jednostkowej objętości. Gęstość  $d$  wyraża się wzorem  $d = \frac{m}{V}$ , gdzie  $m$  – masa ciała,  $V$  – objętość ciała. W układzie SI jednostką gęstości jest  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

### 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.

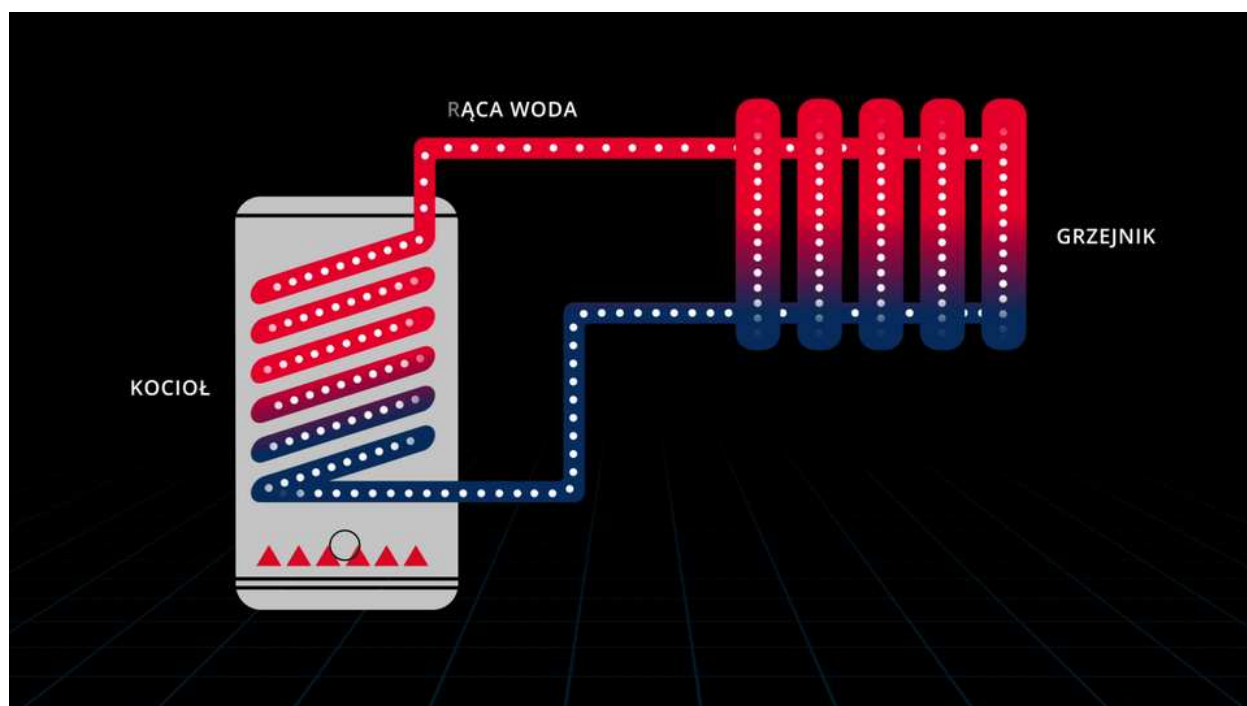
# Animacja

---

## Na czym polega transport ciepła przez konwekcję?

Obejrzyj animację, z której dowiesz się, jak wykorzystane jest zjawisko konwekcji w działaniu grawitacyjnej instalacji centralnego ogrzewania.

Trwa wczytywanie danych...



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RDzJ9IGTOTrzR>

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

Zapoznaj się z audiodeskrypcją.

---

## Polecenie 1

W drugiej sekwencji animacji przedstawiony został najprostszy model komórki konwekcyjnej. Substancja krąży, w zaznaczonym kierunku, po zamkniętym obiegu. Przechodzi ona pomiędzy obszarem chłodniejszym (u dołu) i cieplejszym (u góry) i ponownie ku obszarowi chłodniejszemu, bez wspomaganie mechanicznego – do obiegu nie włączono żadnej pompy. Jednak podtrzymanie komórki konwekcyjnej wymaga dostarczania i odbierania ciepła od krążącej substancji.

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

## Polecenie 2



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

Przeanalizuj przedstawiony fragment pierwszej sekwencji animacji. W razie potrzeby obejrzyj ponownie całą sekwencję oraz dwie następne. Utwórz poprawny opis roli, jaką pełni ta sekwencja w filmie.

### **Polecenie 3**

Instalator zamierzał połączyć kocioł z kaloryferem zgodnie ze schematem przedstawionym w ostatniej sekwencji animacji. Pomylił się jednak i podłączył rurę doprowadzającą gorącą wodę do dolnej części kaloryfera, a rurę odprowadzającą chłodną wodę do części górnej. Wyjaśnij, jaki będzie to miało skutek dla działania ogrzewania.

### **Polecenie 4**

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

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



## Ćwiczenie 2



## Ćwiczenie 3



Odpowiedz, gdzie należy umieścić klimatyzator, aby powietrze w pomieszczeniu było równomiernie ochłodzone: pod sufitem, czy przy podłodze. Odpowiedź uzasadnij.

## Ćwiczenie 4



Wyjaśnij, dlaczego nie odczuwamy gorąca, gdy trzymamy dłoń w odległości 10 cm z boku płonącej zapałki, a gdy dłoń jest w tej samej odległości nad zapałką, czujemy, że powietrze ma wyższą temperaturę.

## Ćwiczenie 5

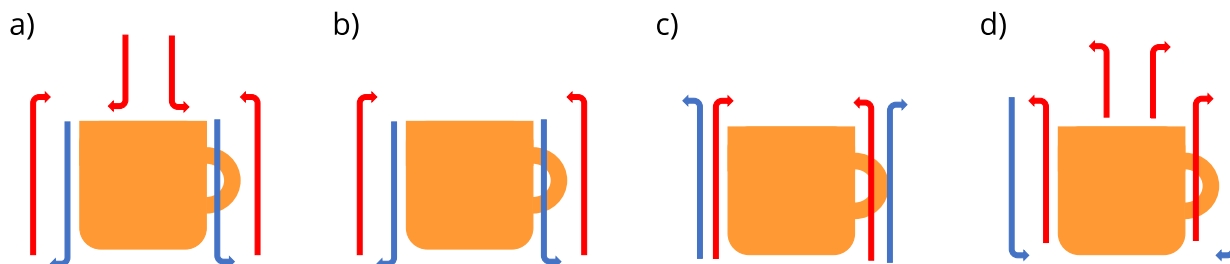


Na zajęciach Wychowania Fizycznego uczniowie, nawet w chłodny dzień, chętnie ćwiczą przy otwartych oknach. Gdy jednak przechodzą do ćwiczeń w pozycji leżącej na podłodze, odczuwają chłód i wolą zamykać okna. Jest to spowodowane różnicą temperatur: nieco nad podłogą temperatura jest niższa niż pod sufitem. Wyjaśnij, czym jest to spowodowane?

## Ćwiczenie 6



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

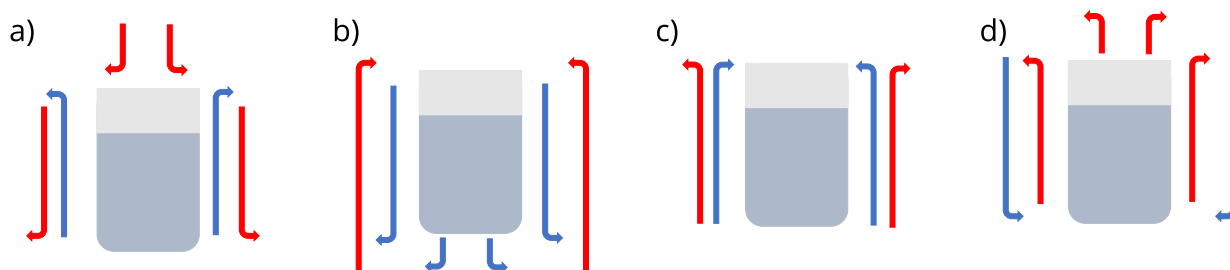


Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

## Ćwiczenie 7



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 8



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

## Ćwiczenie 9



Naczynie wypełnione wodą zaczynamy ogrzewać od góry. Czy w tej sytuacji zaobserwujemy zjawisko konwekcji?

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz lekcji

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Imię i nazwisko autora:</b> | Krystyna Wosińska   |
| <b>Przedmiot:</b>              | Fizyka  |
| <b>Temat zajęć:</b>            | <b>Na czym polega transport ciepła przez konwekcję?</b>   |
| <b>Grupa docelowa:</b>         | III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony   |
| <b>Podstawa programowa:</b>    | <p><b>Cele kształcenia – wymagania ogólne</b></p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p><b>Zakres podstawowy</b></p> <p><b>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</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>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> |

|   |  |
|---|--|
| <b>Kształtowane kompetencje kluczowe:</b>   | <p><b>Zalecenia 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 matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,</li> <li>• kompetencje cyfrowe,</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. analizuje zjawiska konwekcji występujące w przyrodzie, (np. powstawanie wiatrów pasatów i bryzy, kształtowanie się chmur kłębiastych),</li> <li>3. ocenia efektywność instalacji grzewczych wykorzystujących zjawisko konwekcji.</li> </ol>                                       |
| <b>Strategie nauczania:</b>   | strategia eksperymentalno-obszernyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)  |
| <b>Metody nauczania:</b>  | wykład informacyjny, pokaz multimedialny, analiza pomysłów   |
| <b>Formy zajęć:</b>   | - praca w grupach,<br>- praca indywidualna.  |
| <b>Środki dydaktyczne:</b>  | komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia   |
| <b>Materiały pomocnicze:</b>  | e-materiał: „Gdzie należy zamontować kaloryfery, aby zapewnić równomierny rozkład temperatur w budynku?”, „Na czym polega zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów?”, „Na czym polega zjawisko rozszerzalności objętościowej cieczy?”  |
| <b>PRZEBIEG LEKCJI</b>  |  |
| <b>Faza wprowadzająca:</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”.</li> <li>• Odwołanie do wiedzy uczniów o rozszerzalności cieplnej.</li> </ul> |  |
| <b>Faza realizacyjna:</b>   |  |

Nauczyciel na przykładzie podgrzewanej wody wyjaśnia, na czym polega zjawisko konwekcji. Uczniowie podają inne przykłady, gdzie takie zjawisko występuje. Każdy przykład uczniowie analizują, określając, jak poruszają się prądy cieczy lub gazu. Uczniowie oglądają multimedialne bazowe animacje, wyjaśniając, jak działa grawitacyjna instalacja centralnego ogrzewania. Następnie uczniowie dyskutują nad poleceniami aktywizującymi umieszczonymi pod Animacją 3D.

**Faza podsumowująca:**

W celu sprawdzenia przyswojonych wiadomości uczniowie w grupach rozwiązują kilka zadań od 3 do 8 z zestawu ćwiczeń. Nauczyciel podsumowuje pracę uczniów.

**Praca domowa:**

Zadania 1 i 2 z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki  
metodyczne  
opisujące różne  
zastosowania  
danego  
multimedialnego:**

Multimedialne bazowe może być wykorzystane w fazie realizacyjnej lekcji, jak opisano powyżej. Może też być wykorzystane przez uczniów po lekcji, w celu powtórzenia i utrwalenia materiału.