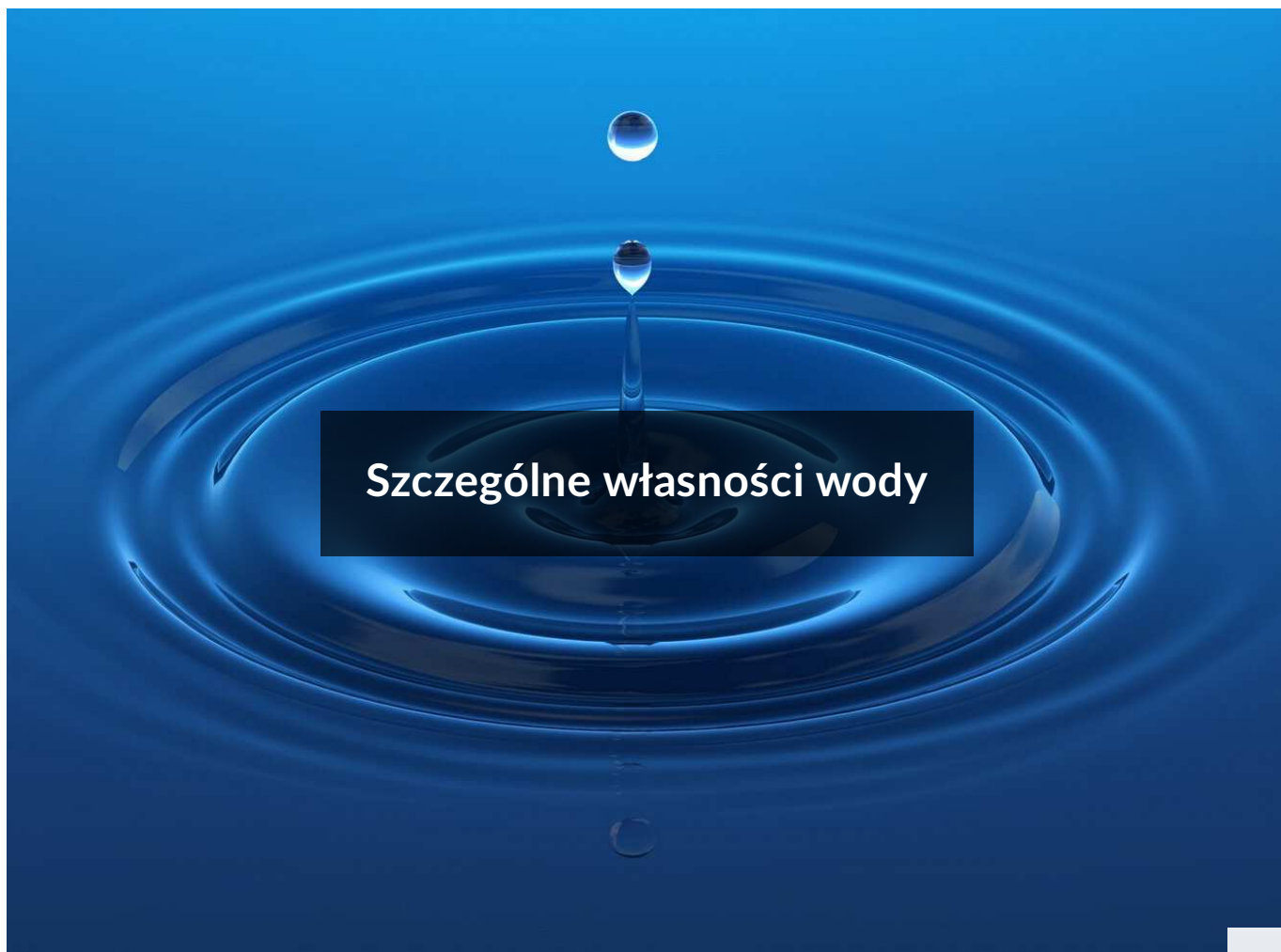


Szczególne własności wody

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Czy to nie ciekawe?

Czy wiesz, że woda jest jedyną naturalną substancją na Ziemi, która występuje w trzech stanach skupienia, jako lód, woda w stanie ciekłym i para wodna? Woda ma wiele innych wyjątkowych własności, dzięki którym możliwe jest życie. Warto te własności poznać - my sami składamy się z 60-70% wody, a nasze mózgi zawierają nawet 82-92% wody.



Rys. a. Góra lodowa - wizja artystyczna

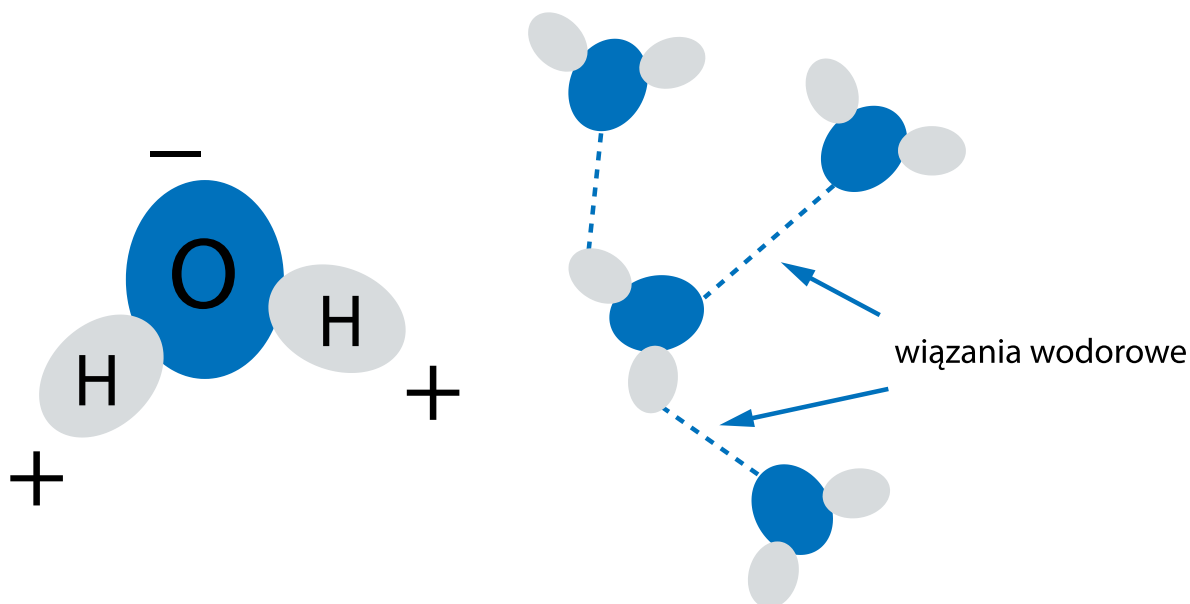
Twoje cele

- poznasz budowę cząsteczki wody,
- zrozumiesz, czym są wiązania wodorowe,
- dowiesz się, jak gęstość wody zależy od temperatury,
- zrozumiesz, dlaczego jeziora nie zamarzają zimą do dna,
- zrozumiesz, dlaczego w pobliżu morza jest łagodniejszy klimat niż w głębi lądu,
- dowiesz się, jaki wpływ na klimat ma parowanie i skraplanie wody,
- przeanalizujesz zmianę temperatury wody i skał, gdy pobrana zostanie taka sama ilość energii.

Przeczytaj

Warto przeczytać

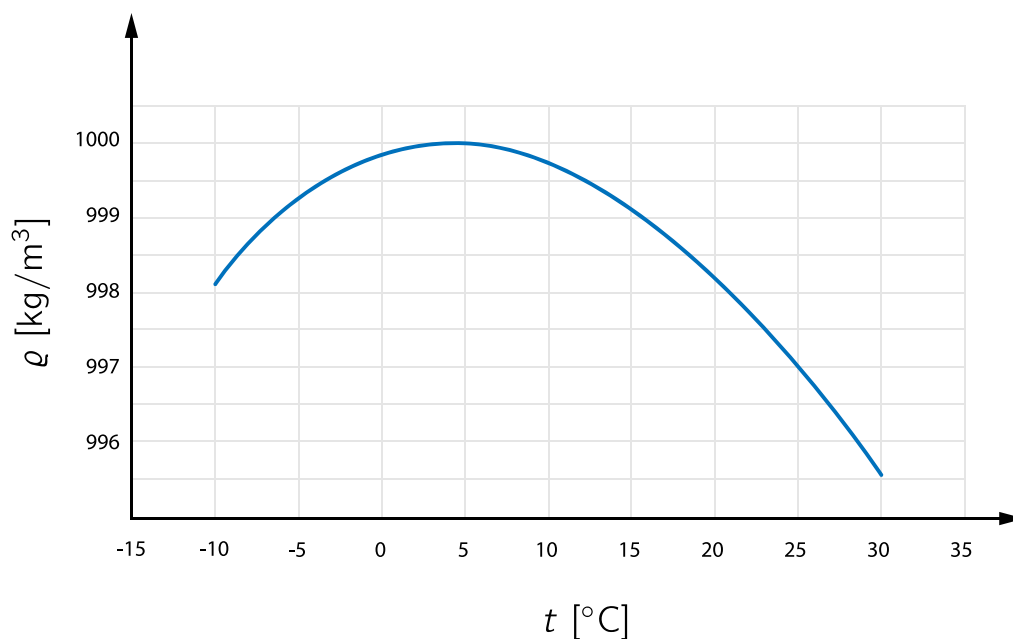
Cząsteczka wody składa się z jednego atomu tlenu i dwóch atomów wodoru. Jednak nie jest ona liniowa - atomy wodoru znajdują się z jednej strony atomu tlenu (Rys. 1.), a kąt między wiązaniami wynosi ok. 105° . Dlatego, choć cząsteczka jako całość jest obojętna elektrycznie, ładunek elektryczny nie jest na niej rozłożony symetrycznie wzdłuż pojedynczego wiązania tlen-wodór. Chmura elektronów (o ładunku ujemnym) przesunięta jest w kierunku atomu tlenu, wobec czego wokół atomów wodoru gęstość ładunku jest dodatnia. Cząsteczka wody jako całość zachowuje się w związku z tym jak dipol. Gdy cząsteczki wody znajdują się blisko siebie, obszary cząsteczek dodatnio i ujemnie naładowane przyciągają się siłami elektrostatycznymi; są to tak zwane wiązania wodorowe. Właśnie one sprawiają, że woda ma dość niezwykle własności.



Rys. 1. Cząsteczki wody połączone są wiązaniami wodorowymi

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

1. **Gęstość** to stosunek masy do objętości ciała. Gęstość większości ciał rośnie, gdy maleje **temperatura**. Dzieje się tak, ponieważ objętość w niższej temperaturze jest mniejsza. W miarę zmniejszania się temperatury, cząsteczki poruszają się coraz wolniej, zbliżają się do siebie i dlatego objętość maleje. Inaczej zachowują się cząsteczki wody. Gdy temperatura wody zmniejsza się od 100°C do 4°C , objętość maleje, a gęstość zwiększa się, jak w przypadku innych substancji (Rys. 2.). Poniżej temperatury 4°C wiązania wodorowe odgrywają coraz większą rolę. Cząsteczki tworzą struktury zajmujące więcej miejsca niż pojedyncze cząsteczki. W rezultacie, gdy temperatura spada poniżej 4°C , objętość wody zwiększa się. Najmniejszą objętość i największą gęstość ma woda o temperaturze 4°C .



Rys. 2. Woda ma najmniejszą objętość i największą gęstość w temperaturze ok. 4 °C

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

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

Woda pod normalnym ciśnieniem zamarza w temperaturze 0 °C. Wykres na Rys. 2. opisuje także gęstość **wody przechłodzonej**. Jednak w typowych warunkach, podczas krzepnięcia wody i tworzenia się lodu, objętość wzrasta skokowo - gęstość lodu w temperaturze 0 °C jest mniejsza o około 10% od gęstości wody w tej samej temperaturze. Powoduje to, że lód pływa po wodzie. Dzięki tej wyjątkowej własności wody nie ginie zimą wszelkie życie w jeziorach i rzekach. Na dnie odpowiednio głębokich zbiorników wodnych nawet w największe mrozy znajduje się woda o temperaturze 4 °C, która ma największą gęstość.

2. Kolejną nietypową własnością wody jest duża wartość **ciepła właściwego**, $c_w = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. Jest ono wielokrotnie większe od ciepła właściwego innych występujących w przyrodzie cieczy i ciał stałych. Energia dostarczana podczas ogrzewania wody jest niezbędna dla rozerwania wiązań wodorowych. Dlatego, gdy woda pobiera określoną ilość energii cieplnej, przyrost jej temperatury jest mniejszy niż wielu innych substancji. Dla przykładu obliczmy, o ile wzrośnie temperatura wody i skały, gdy $m = 1 \text{ kg}$ każdej z tych substancji pobierze ciepło $Q = 10 \text{ kJ}$. Ciepło właściwe skał wynosi około $c_s = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. Ze wzoru na pobrane ciepło otrzymujemy

$$Q = mc_w \Delta t ,$$

skąd wyznaczamy różnicę temperatur,

$$\Delta t = \frac{Q}{mc_w} .$$

Po wstawieniu danych liczbowych otrzymujemy przyrost temperatury dla wody $\Delta t = 2,4^{\circ}\text{C}$, a dla skały $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$. Podobnie jest, gdy woda oddaje ciepło do otoczenia. Zmniejszenie jej temperatury przy utracie określonej energii cieplnej jest kilkakrotnie mniejsze niż skał czy gleby. Woda zatem magazynuje energię cieplną. W upalny dzień tereny w pobliżu dużych zbiorników wodnych nagrzewają się wolniej niż miejsca od nich oddalone. Natomiast nocą, gdy ziemia i woda oddają ciepło, spadek temperatury terenów nad wodą jest mniejszy. Woda łagodzi klimat, zmniejsza różnice temperatur zarówno dobowych, jak i rocznych. 71% powierzchni Ziemi pokrywają oceany. Dzięki temu dopływ energii słonecznej powoduje tylko niewielkie zmiany temperatury Ziemi. Nasza planeta ani nadmiernie się nie nagrzewa, ani za bardzo nie wyziębia, co umożliwia istnienie życia na Ziemi. Woda pobiera z otoczenia wielką ilość ciepła podczas **parowania**. **Ciepło parowania** wody wynosi 2260 kJ/kg. Oznacza to, że wyparowanie kilograma wody pochłania z otoczenia aż 2,26 miliona dżuli. Parowanie obniża temperaturę powietrza nad oceanami i innymi zbiornikami wody. Gdy para wodna przemieści się do obszarów chłodniejszych, skrapla się, wydzielając do otoczenia energię, którą pobrała podczas parowania. Powstają chmury, a temperatura powietrza zwiększa się. W tych procesach wydzielają się ogromne ilości energii powodujące silne wiatry i sztormy. 3. Woda ma szczególnie dużą wartość temperatury wrzenia i topnienia w porównaniu z podobnymi związkami chemicznymi, na przykład z siarkowodorem H_2S (Tabela 1.). Dzięki temu woda występuje na Ziemi w stanie ciekłym. Jaka jest przyczyna tak dużych wartości temperatur wrzenia i topnienia wody? To skutek budowy cząsteczki wody i występowania wiązań wodorowych. Podczas topnienia lodu cząsteczki wody muszą uwolnić się od oddziaływań elektrostatycznych, a temu sprzyja wyższa temperatura, czyli większa średnia energia kinetyczna cząsteczek. Podobnie jest podczas wrzenia wody. To dlatego woda topnieje i wrze w znacznie wyższej temperaturze niż siarkowodór. Jego cząsteczki są zbudowane podobnie do cząsteczek wody, jednak ze względu na mniejszą „elektroujemność” siarki w porównaniu z tlenem, nie oddziałują ze sobą tak silnie.

Tabela 1.	Temperatura topnienia	Temperatura wrzenia
Woda	0°C	100°C
Siarkowodór	-82°C	-60°C

Słowniczek

temperatura

(*ang. temperature*) - miara średniej energii kinetycznej cząsteczek. Im wyższa temperatura, tym szybciej poruszają się cząsteczki i tym większa ich średnia energia kinetyczna.

ciepło właściwe

(*ang. specific heat*) - energia cieplna potrzebna do zwiększenia lub zmniejszenia temperatury jednego kilograma substancji o 1 K (lub 1°C). Wyraża się wzorem $c_w = \frac{Q}{m\Delta t}$, gdzie Q - ciepło wymienione z otoczeniem, m - masa substancji, Δt - zmiana temperatury.

ciepło parowania

(*ang. latent heat of vaporization*) - energia cieplna pobrana przez jeden kilogram substancji podczas wyparowania, czyli zmiany stanu skupienia z ciekłego na gazowy: $c_p = \frac{Q}{m}$, gdzie c_p - ciepło parowania, Q - ciepło pobrane, m - masa substancji. Podczas skraplania taka sama ilość energii oddawana jest do otoczenia.

ciecz przechłodzona

(*ang. supercooled liquid*) - ciecz o temperaturze niższej niż temperatura topnienia (krzepnięcia) substancji. Istnienie takiego stanu materii może mieć miejsce w bardzo czystych cieczach, pozbawionych tzw. zarodków krystalizacji.

cząsteczka liniowa

(*ang. linear molecule*) - cząsteczka składająca się z przynajmniej trzech atomów, ułożonych na jednym odcinku. Prosty przykład takiej cząsteczki jest cząsteczka dwutlenku węgla.

Grafika interaktywna

Szczególne własności wody

Krainy położone na podobnej szerokości geograficznej mogą się zasadniczo różnić klimatem. Weźmy dla przykładu obfitość wody na Archipelagu Azorów - w postaci otaczającego wyspy oceanu, jezior, częstych opadów deszczu i mgły.

Przeciwstawmy temu kompletny brak wody w Dolinie Śmierci.

Jak myślisz, w której krainie występują większe różnice temperatur?

Polecenie 1

Porównaj, korzystając z grafiki, rozpiętość temperatur w tych dwóch regionach.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Death_Valley_Zabriskie_Point.jpg [dostęp 22.06.2022], https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Azores_Sao_Jorge_Rosais.jpg [dostęp 22.06.2022], licencja: CC BY-SA 3.0.

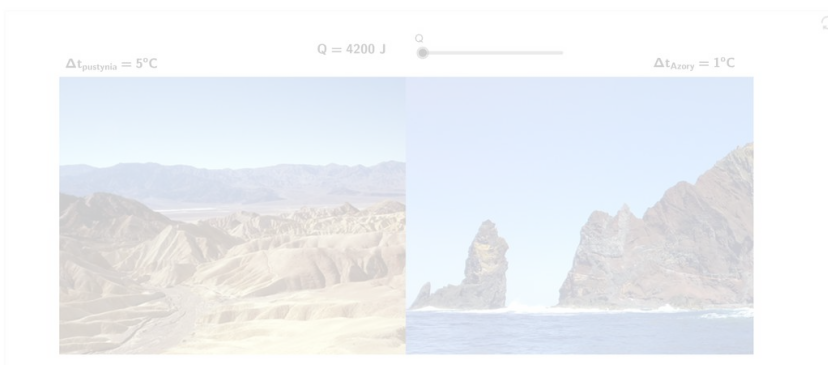
Polecenie 2

Sprawdź, korzystając z poniższego kalkulatora, o ile wzrośnie temperatura:

- 1 kg piasku na pustyni (ciepło właściwe $840 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$),
- 1 kg wody (ciepło właściwe $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$) na Azorach,

gdy pochłoną takie samo ciepło Q ?

O ile wzrośnie temperatura?



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DWQj00G4J>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, dostępny w internecie:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Death_Valley_Zabriskie_Point.jpg [dostęp 12.07.2022],

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Azores_Sao_Jorge_Rosais.jpg [dostęp 12.07.2022], licencja: CC BY 4.0.

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

Czy uzyskany wynik jest zgodny z informacją z poprzedniego polecenia?

Zapisz rozstrzygnięcie wraz z krótkim uzasadnieniem.

Polecenie 3

Jaka inna właściwość wody, oprócz dużego ciepła właściwego, ma wpływ na klimat?

Zapisz odpowiedź w przygotowanym polu i porównaj z wzorcowym wyjaśnieniem.

Polecenie 4

Samodzielnie wykonaj następujące obliczenia:

W 1 m^3 powietrza skropliło się 5 g pary wodnej. Oblicz, ile energii cieplnej odda podczas skraplania para wodna i o ile stopni podniesie się wskutek tego temperatura powietrza zawartego w objętości 1 m^3 . Gęstość powietrza wynosi $1,225 \text{ kg/m}^3$, jego ciepło właściwe $1005 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Podczas pływania w jeziorze nie odczuwamy zimna, ale gdy wyjdziemy z wody, robi się nam chłodno, pomimo że temperatura wody jest niższa niż temperatura powietrza. Szczególnie mocno odczuwamy chłód, gdy powieje wiatr. Wyjaśnij to zjawisko.

Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Rozstrzygnij, czy życie na Ziemi mogłoby istnieć w obecnej formie, gdyby temperatury topnienia i wrzenia wody były podobne jak siarkowodoru, tj. -82°C oraz -60°C . Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Szczególne własności wody.
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia - wymagania ogólne</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</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>6) wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi;</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</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>8) wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi.</p>

Kształowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r: <ul style="list-style-type: none"> • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. opisuje budowę cząsteczki wody. 2. wyjaśnia, czym są wiązania wodorowe. 3. zna przebieg zależności gęstości wody od temperatury 4. wyjaśnia, dlaczego jeziora nie zamarzają zimą do dna. 5. wyjaśnia, dlaczego w pobliżu morza jest łagodniejszy klimat niż w głębi lądu. 6. opisuje, jaki wpływ na klimat ma parowanie i skraplanie wody. 7. analizuje zmianę temperatury wody i skał, gdy pobrana zostanie przez nie taka sama ilość energii.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszernyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania:	<ul style="list-style-type: none"> - wykład informacyjny, - pokaz multimedialny, - analiza pomysłów.
Formy zajęć:	<ul style="list-style-type: none"> - praca w grupach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia.
Materiały pomocnicze:	e-materiały: „Woda z punktu widzenia mikroświata”, „Dlaczego lód pływa po wodzie?”, „Przemiany fazowe wody”, „Jakie konsekwencje dla życia na Ziemi ma woda?”.
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

- Wprowadzenie zgodnie z treścią we wprowadzeniu.
- Odwołanie do wiedzy uczniów o powszechnym występowaniu wody i jej znaczenia dla życia.

Faza realizacyjna:

- Nauczyciel podaje budowę cząsteczki wody i objaśnia krótko fakt istnienia wiązań wodorowych.

Omawia rozszerzalność cieplną większości substancji i porównuje z rozszerzalnością wody.

- Uczniowie wyciągają wniosek, jak woda zamarza: od góry, czy od dołu.
- Nauczyciel podaje wartość ciepła właściwego wody i dla porównania kilku innych występujących w przyrodzie substancji (piasek, skały).
- Uczniowie obliczają, o ile wzrośnie temperatura wody i skały, gdy $m = 1$ kg każdej z tych substancji pobierze ciepło $Q = 10$ kJ. Na tej podstawie uczniowie wyciągają wnioski o wpływie oceanów i mórz na klimat. Nauczyciel wyjaśnia proces parowania i skraplania wody, podając wartość jej ciepła parowania.
- Uczniowie w dyskusji zgłaszają pomysły, jak parowanie i skraplanie wody wpływa na temperaturę otoczenia.
- Uczniowie oglądają grafikę interaktywną, odpowiadają na zadane w niej pytanie i wykonują obliczenia (w tym dodatkowo ćwiczenie 8 z zestawu).

Faza podsumowująca:

Uczniowie zgłaszają pomysły, jak wyglądałaby Ziemia, gdyby właściwości wody nie różniły się od właściwości innych substancji i czy możliwe byłoby wtedy życie na Ziemi.

Praca domowa:

W celu utrwalenia wiadomości zdobytych na lekcji: zadania 1-4 obowiązkowo, do wyboru jedno z zadań 5-7.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Grafika interaktywna może być wykorzystane przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału.