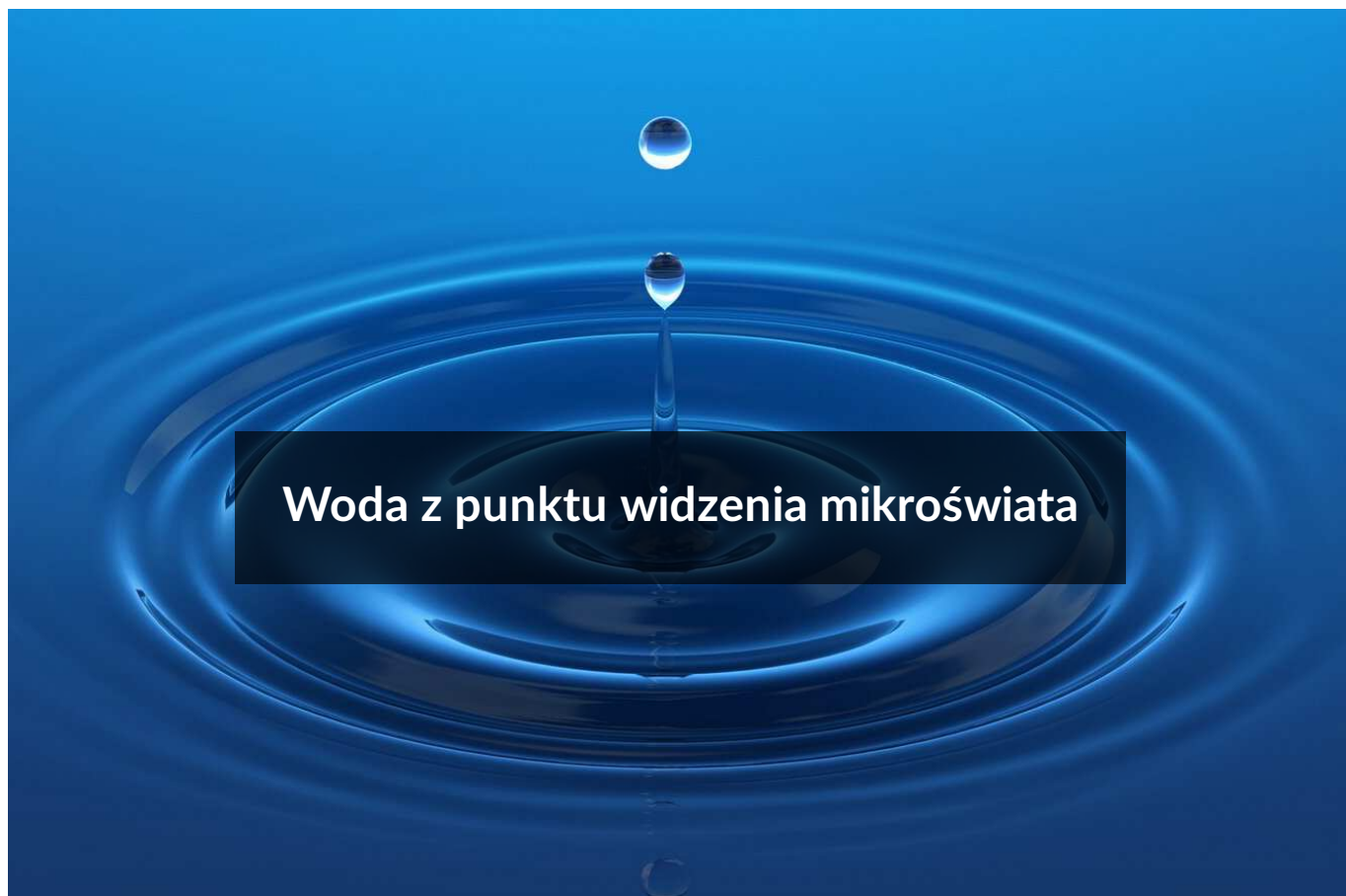




Woda z punktu widzenia mikroświata

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



Woda z punktu widzenia mikroświata

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.shutterstock.com/image-illustration/water-drop-163928648> [dostęp 12.06.2022], Shutterstock, tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Czy to nie ciekawe?

Płatki śniegu występują w niezliczonych kształtach, ale wszystkie mają ze sobą coś wspólnego. Kształt każdego płatka oparty jest na sześciokącie. Obraz płatka śniegu daje nam wgląd w to, jak na poziomie mikroskopowym ułożone są cząsteczki wody. Dlaczego cząsteczki wody, łącząc się, tworzą sześciokąty? Jaki wpływ na właściwości wody ma struktura cząsteczki wody? Na te pytania odpowiadamy w tym e-materiale.



Rys. a. Płatek śniegu w powiększeniu.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/snow-crystal-winter-cold-snowflake-4645980/> [dostęp 12.06.2022].

Twoje cele

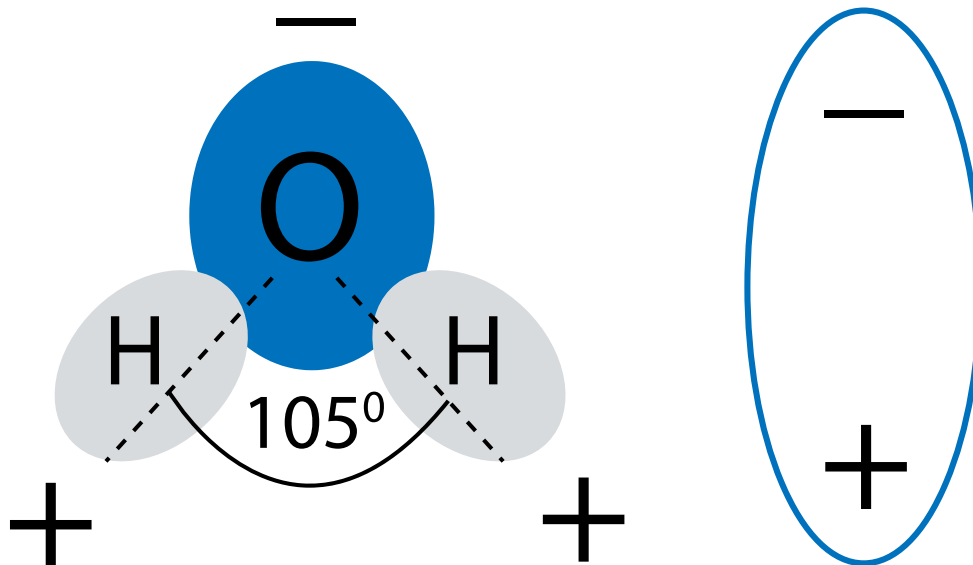
- dowiesz się, co to oznacza, że cząsteczka wody ma polarny charakter,
- zrozumiesz, na czym polega anomalna rozszerzalność cieplna wody,
- dowiesz się, czym jest napięcie powierzchniowe,
- przeanalizujesz właściwości substancji hydrofobowych i hydrofilowych,
- dowiesz się, jaką strukturę ma kryształ lodu,
- zrozumiesz związek między kształtem komórki elementarnej kryształu lodu, a kształtami płatków śniegu,
- porównasz mikroskopowe właściwości wody w różnych stanach skupienia.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Budowa cząsteczki wody

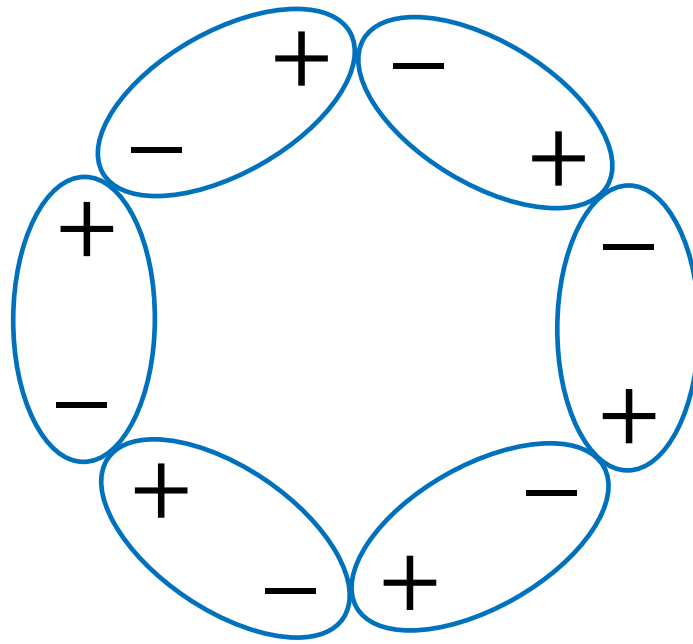
Cząsteczka wody H_2O składa się z atomu tlenu, do którego niesymetrycznie dołączone są dwa atomy wodoru. Choć jako całość cząsteczka ta jest obojętna elektrycznie (suma ładunków ujemnych i dodatnich w cząsteczce jest równa zero), to sumaryczne ładunki ujemny i dodatni (będące odpowiednio sumą wszystkich elektronów i protonów) są rozsunięte względem siebie. Taki układ ładunków nazywamy **dipolem**. Cząsteczka wody jest dipolem, co oznacza, że ma **charakter polarny** (Rys. 1.).



Rys. 1. Ułożenie atomów w cząsteczce wody H_2O , będące źródłem niesymetrycznego rozkładu różnoimiennych ładunków elektrycznych.

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

Polarny charakter cząsteczek wody sprawia, że mogą one tworzyć zespoły cząsteczek, gdy znajdują się one blisko siebie (Rys. 2.). Takie oddziaływania są nazywane **wiązaniami wodorowym**. Są one bardzo słabe i odgrywa znaczącą rolę tylko wtedy, gdy odległość między cząsteczkami wody jest mała. Łączenie się cząsteczek w grupy w wyniku oddziaływań elektrostatycznych nazywamy **asocjacją**, a zespoły połączonych cząsteczek to asocjaty.

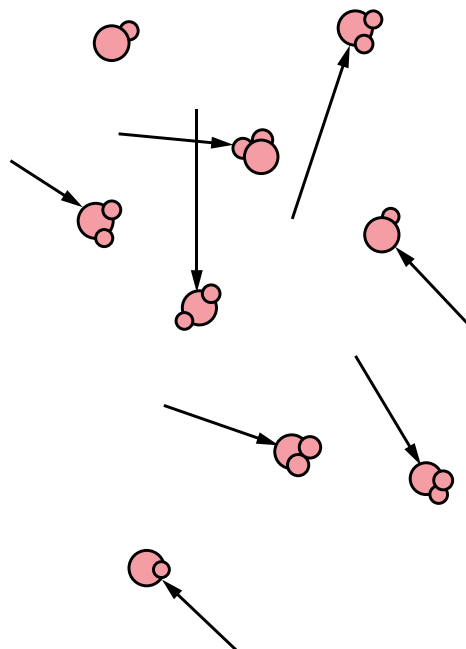


Rys. 2. Cząsteczki wody połączone wiązaniami wodorowymi.

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

Woda w stanie gazowym – para wodna

Cząsteczki pary wodnej znajdują się w znacznych odległościach od siebie i nie oddziałują ze sobą. Poruszają się chaotycznie, z dużymi prędkościami (Rys. 3.). W takiej sytuacji żadne struktury cząsteczek nie mogą powstać, bo energia kinetyczna cząsteczek jest zbyt duża.

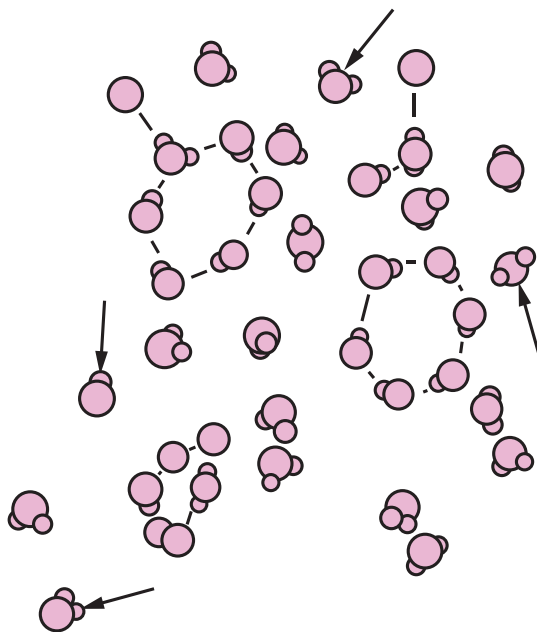


Rys. 3. Cząsteczki pary wodnej nie oddziałują ze sobą, poza krótkimi chwilami, gdy się ze sobą zderzają. Na tym rysunku strzałki reprezentują wektory przemieszczenia się $\vec{\Delta r}$ cząsteczek w pewnym (krótkim) odstępie czasu Δt (początek strzałki to początkowe położenie cząsteczki, a koniec strzałki to jej końcowe położenie).

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

Woda w stanie ciekłym

W wodzie w fazie ciekłej cząsteczki znajdują się na tyle blisko, że oddziałują ze sobą. Nadal poruszają się swobodnie w obrębie cieczy, ale dzięki przyciąganiu elektrostatycznemu mogą tworzyć się skupiska cząsteczek (Rys. 4.). Nie są to jednak struktury trwałe. Jedne cząsteczki uwalniają się z nich, inne dołączają do układu. Na skutek wzajemnych zderzeń innymi cząsteczkami jedne skupiska rozpadają się, inne powstają. Zwłaszcza w wysokich temperaturach, gdy energie kinetyczne cząsteczek są duże, zespoły cząsteczek powstają rzadko i na krótko. Tworzenie się struktur cząsteczek nasila się w niższych temperaturach. Jest to zrozumiałe – im niższa temperatura, tym wolniej poruszają się cząsteczki i zderzenia międzycząsteczkowe nie rozbijają powstałych struktur. Skupiska cząsteczek zajmują więcej miejsca niż pojedyncze cząsteczki, ponieważ zawierają dużo pustej przestrzeni. W temperaturach bliskich temperaturze topnienia, 0°C , cząsteczki wody tworzą coraz większe struktury. Powoduje to, że objętość wody w temperaturze poniżej 4°C zwiększa się, a gęstość zmniejsza, gdy temperatura maleje. Taką zależność objętości od temperatury nazywamy **anomalną rozszerzalnością cieplną** wody.



Rys. 4. Cząsteczki wody w stanie ciekłym tworzą nietrwałe struktury. Znaczenie strzałek na tym rysunku jest takie samo, jak na Rys. 3.

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

Wiązania wodorowe między cząsteczkami wody są przyczyną **napięcia powierzchniowego**. Zjawisko to powoduje, że powierzchnia cieczy zachowuje się jak napięta błonka. Mogą po niej biegać małe owady – nartniki (Rys. 5a.). Niewielki metalowy przedmiot leży na powierzchni wody, lekko ją uginając (Rys. 5b.).



Rys. 5a. Napięcie powierzchniowe wytwarza mocną błonkę na powierzchni wody, która utrzymuje biegające po powierzchni nartniki.

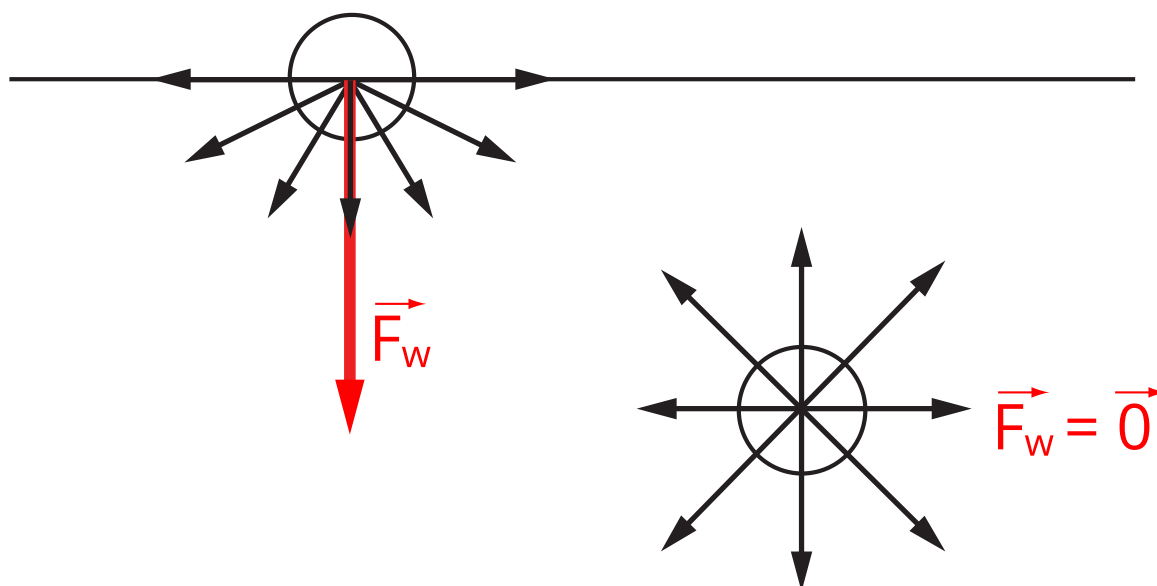
Źródło: RunTheGauntlet, dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nartnik_Du%C5%BCy.jpg [dostęp 12.06.2022], licencja: CC BY-SA 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>.



Rys. 5b. Napięcie powierzchniowe wytwarza mocną błonkę na powierzchni wody, która utrzymuje leżący na powierzchni metalowy spinacz.

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

Mechanizm mikroskopowy powstawania napięcia powierzchniowego jest związany z oddziaływaniem elektrostatycznym między cząsteczkami wody. Na cząsteczkę znajdującą się na powierzchni działa siła wypadkowa skierowana w głąb cieczy (Rys. 6.). Sprawia ona, że na powierzchni cieczy powstaje sprężysta błonka, która dąży do zmniejszania wymiarów powierzchni swobodnej. Krople wody mają kształt kulisty, bo kula jest bryłą o najmniejszej powierzchni ze wszystkich brył o tej samej objętości.



Rys. 6. Siły działające na cząsteczkę w głębi wody równoważą się - ich wypadkowa jest równa zero $\vec{F}_w = 0$, co pozwala na swobodny ruch cząsteczki. Na powierzchni wody jest inaczej - wypadkowa siła działająca na cząsteczkę jest różna od zera $\vec{F}_w \neq 0$, co powoduje powstanie napięcia powierzchniowego.

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

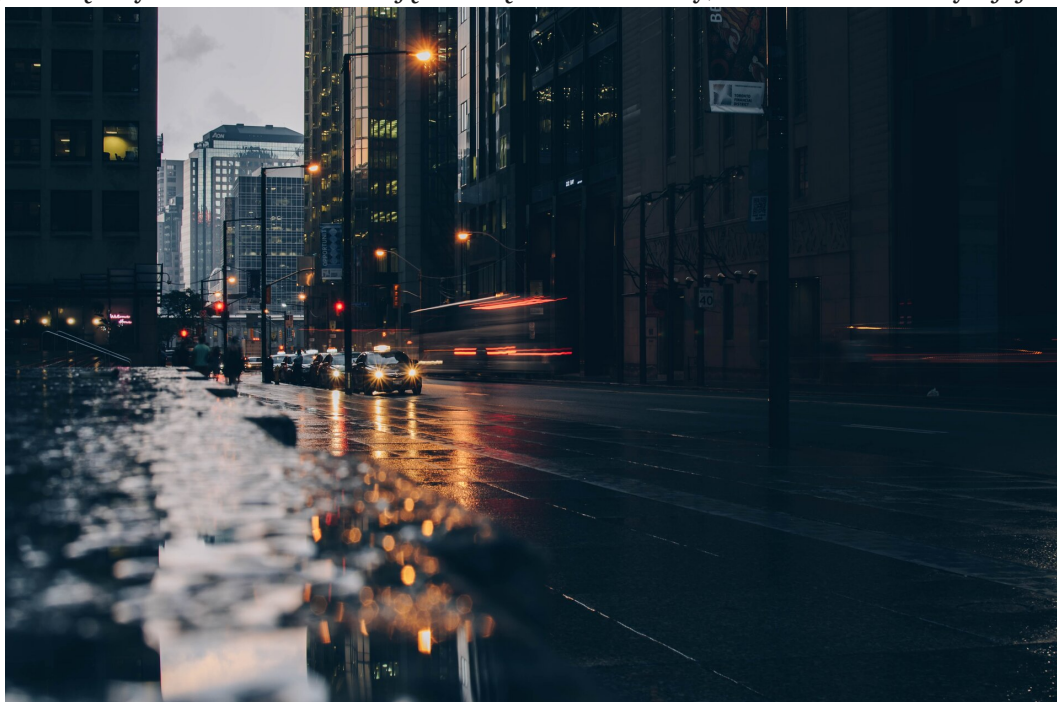
Woda może odmiennie zachowywać się na powierzchni różnych ciał. Popatrzmy na Rys. 7. Woda rozlewa się po ziemi, tworząc kałuże, ale na liściu tworzy krople. Można to wytłumaczyć oddziaływaniem między cząsteczkami wody i ciał, z którymi woda się styka. Wszystkie substancje można podzielić na **hydrofilowe** i **hydrofobowe**.

Cząsteczki substancji hydrofilowych są, podobnie jak cząsteczki wody, dipolami. Cząsteczki wody są przyciągane przez cząsteczki tych substancji silniej niż oddziałują między sobą. To dlatego woda rozlewa się po takich powierzchniach (Rys. 7a.). Substancje hydrofilowe łatwo rozpuszczają się w wodzie. Należą do nich cukier, etanol, sól, ocet, bawełna, szkło, drewno, gips, kwarc i in.

Natomiast cząsteczki substancji hydrofobowych nie są dipolami – nie są polarne. Ich oddziaływanie z cząsteczkami wody jest słabsze niż oddziaływanie między cząsteczkami wody. W rezultacie powierzchnie takich ciał nie są zwilżane wodą. Na powierzchniach hydrofobowych tworzą się krople. Przykładem jest pokryty woskiem liść, na którym rosa tworzy kropelki (Rys. 7b.). Do substancji hydrofobowych należą między innymi: benzyna, parafina, wosk i różne tłuszcze.

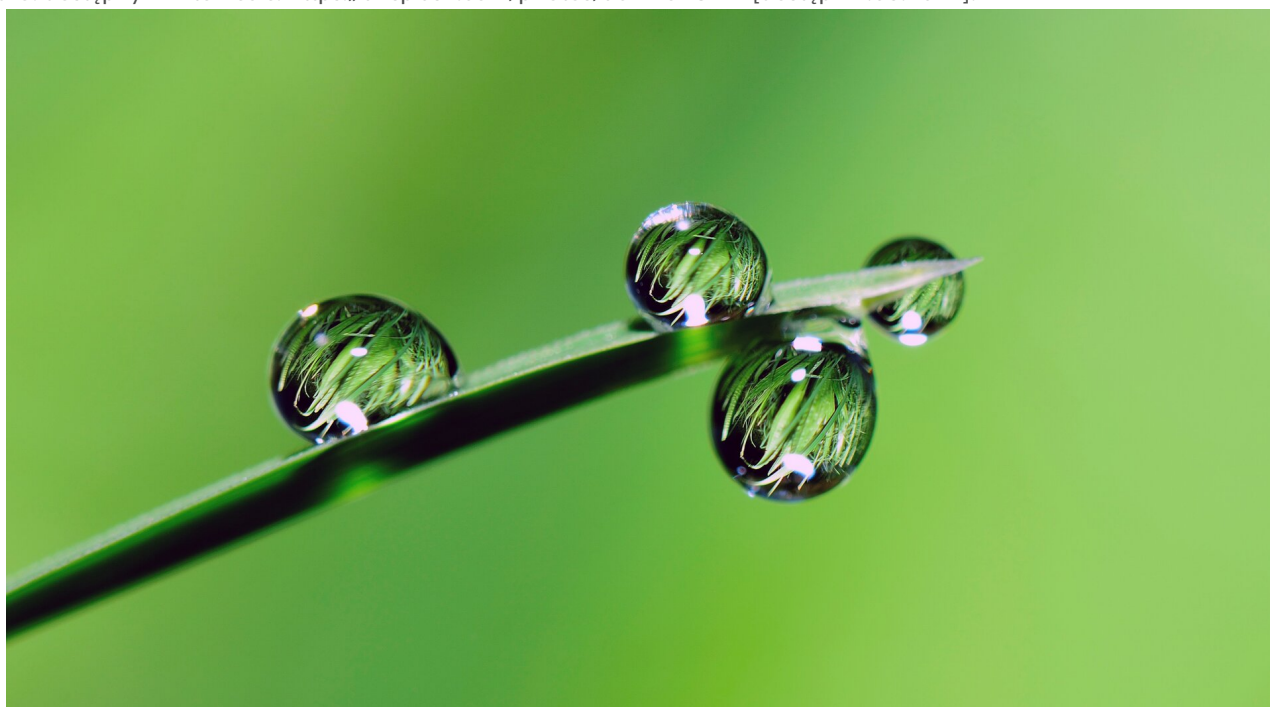
Nie oznacza to jednak, że cząsteczki substancji hydrofobowych są „odpychane” przez cząsteczki wody, choć nazwa (hydrofobowy – „bojący się wody”, gr. hydro – woda, phobos – strach) sugeruje takie zachowanie. Przeciwnie, cząsteczki hydrofobowe też przyciągają cząsteczki wody, tylko siła ta jest słabsza niż przyciąganie między cząsteczkami wody. Kropla oleju opadająca na powierzchnię wody ma kształt kulisty, ale po zetknięciu z wodą

rozlewa się po jej powierzchni, bo cząsteczki wody przyciągają cząsteczki oleju silniej, niż cząsteczki oleju oddziałują między sobą. Siły przyciągania między cząsteczkami wody są jednak jeszcze większe i dlatego olej nie rozpuszcza się w wodzie. Aby cząsteczka oleju mogła wejść między mocno oddziałujące cząsteczki wody, trzeba dostarczyć jej energii.



Rys. 7a. Woda zwilża powierzchnie hydrofilowe.

Źródło: dostępny w internecie: <https://unsplash.com/photos/ucXZlonUnzk> [dostęp 12.06.2022].



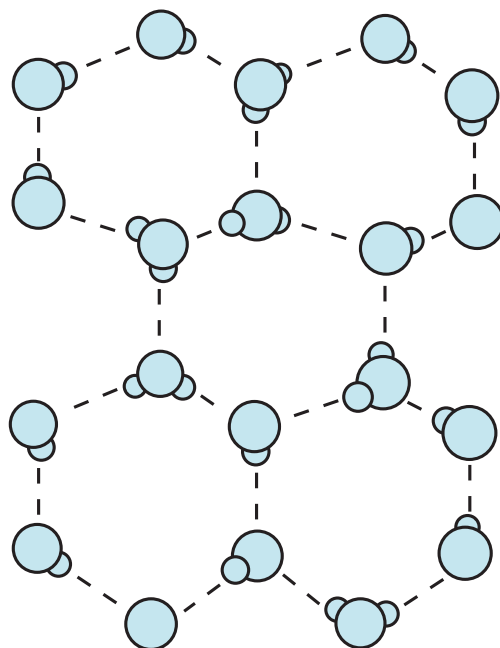
Rys. 7b. Na powierzchniach hydrofobowych zbierają się w krople.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/nl/photos/blad-druppels-reflectie-gras-water-2986837/> [dostęp 12.07.2022].

Woda w stanie stałym – lód

W temperaturze 0°C , przy ciśnieniu normalnym woda krzepnie. Cząsteczki wody tworzą **siatkę krystaliczną** (Rys. 8.). Nie mogą się już przemieszczać, tylko drgają wokół położeń

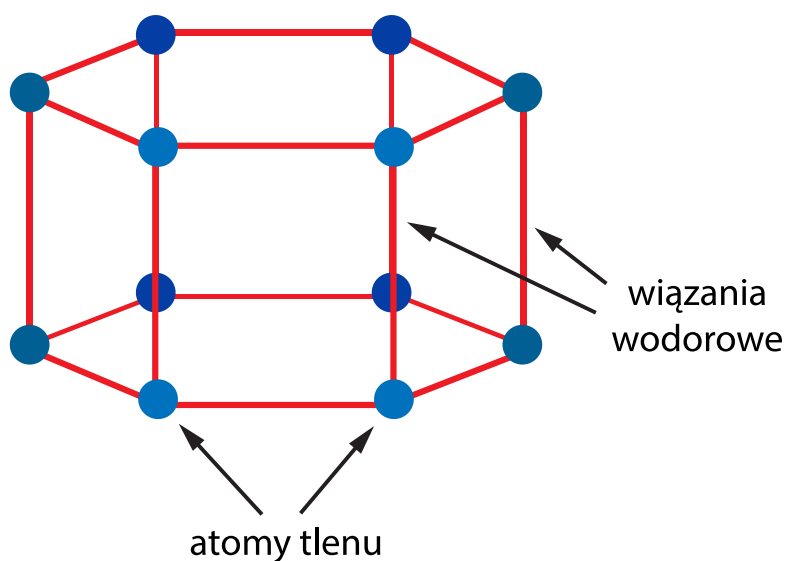
równowagi. Gdy woda zamienia się w lód, gęstość zmniejsza się skokowo. W temperaturze 0°C gęstość wody wynosi 0,9998 g/cm³, a lodu – 0,9167 g/cm³. Dzieje się tak, ponieważ podczas zamiany fazy z ciekłej na stałą, wszystkie cząsteczki zostają uwięzione w strukturę krystaliczną, która zawiera dużo pustej przestrzeni.



Rys. 8. Cząsteczki lodu tworzą siatkę krystaliczną.

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

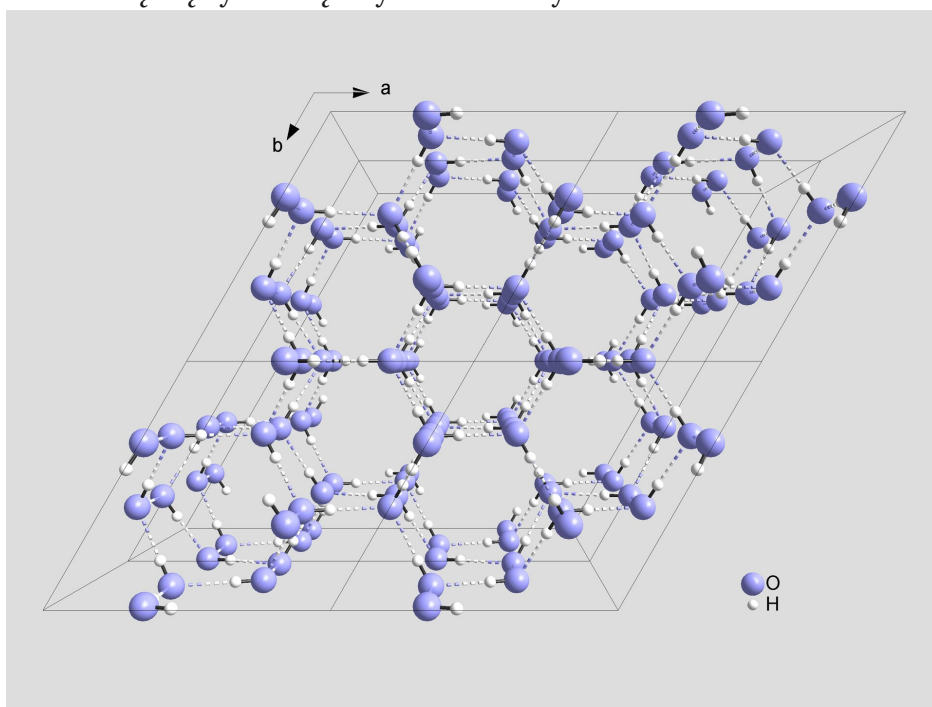
Komórka elementarna kryształu lodu, czyli najmniejszy, powtarzający się fragment sieci krystalicznej, ma kształt graniastosłupa o podstawie sześciokątą (Rys. 9.). Mówimy, że kryształ lodu ma strukturę **heksagonalną**.



Rys. 9. Komórka elementarna lodu ma kształt graniastosłupa o podstawie sześciokątą.

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

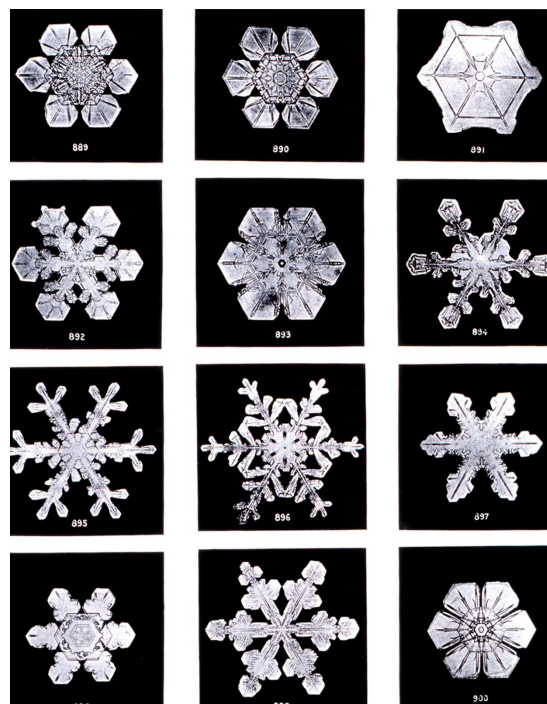
Płatki śniegu, które zachwycają różnorodnością, to szczególna postać lodu. Jak one powstają? Formowanie płatków śniegu rozpoczyna się w chmurach, przy ujemnej temperaturze. Zachodzi tam proces **resublimacji**, czyli przechodzenia fazy gazowej w stałą. Aby rozpoczęła się kondensacja cząsteczek wody, musi istnieć centrum krystalizacji, na przykład drobinki kurzu. Na tych drobinkach tworzą się struktury przestrzenne, zawierające sześciokątne powierzchnie. Najpierw wszystkie kryształki lodu rosną tak samo, formując sześcian foremny. Gdy płatek śniegu opada w dół, zmienia się zarówno wilgotność, jak i temperatura otoczenia. Cząsteczkom łatwiej jest przyłączać się do krawędzi kryształów, niż do płaskich powierzchni. Dlatego na wystających krawędziach tworzą się nowe kryształy o innej niż wcześniejsze formy orientacji przestrzennej. Każdy płatek formuje się w innych warunkach wilgotności i temperatury, co sprawia, że kształty płatków są niepowtarzalne. Model formującego się kryształu lodu pokazany jest na Rys. 10. Widać na nim sześciokątną symetrię kryształu wody.



Rys. 10. Cząsteczkowa struktura kryształu lodu. Fioletowe kulki to tlen, białe – wodór. Linie przerywane obrazują wiązania wodorowe.

Źródło: Solid State, dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cryst_struct_ice.png [dostęp 14.06.2022], licencja: CC BY-SA 3.0. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>.

Pierwsze zdjęcia pojedynczych płatków śniegu zostały wykonane w 1885 r. przez Wilsona Bentleya – farmera z USA, gdy miał on zaledwie 15 lat. Bentley fotografował płatki śniegu za pomocą własnoręcznie zbudowanego połączenia mikroskopu z aparatem fotograficznym. Niektóre z jego zdjęć pokazuje Rys. 11.



Rys. 11. Wszystkie płatki śniegu mają symetrię sześciokątną - heksagonalną.

Źródło: Wilson Bentley, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SnowflakesWilsonBentley.jpg> [dostęp 14.06.2022], domena publiczna.

Warto tu wspomnieć o mitach, które krążą w mediach na temat wody. Spotykamy się często z reklamami „ustrukturyzowanej wody”, która ma mieć cudowne właściwości prozdrowotne. Oto przykład:

„...Naukowcy zajmujący się tym tematem stwierdzili ponad wszelką wątpliwość, że woda, która występuje w naszym organizmie, musi koniecznie mieć odpowiednią strukturę, tzw. strukturę heksagonalną, a więc jej cząsteczki muszą być w pewien sposób poukładane...”

Prawda jest taka, że naukowcy stwierdzili ponad wszelką wątpliwość, że strukturę heksagonalną posiada tylko woda w stanie stałym, czyli lód. Gdyby ktoś chciał spełnić powyższe zalecenia, musiałby się zamrozić! Woda w stanie ciekłym nie może mieć stałej struktury, bo jej cząsteczki są w ciągłym ruchu i przemieszczają się względem siebie. Jedyne cudowne działanie „strukturyzatora” wody to nabijanie kasy producentowi domniemanego, cudownego urządzenia.

Słowniczek

Ciało krystaliczne

(ang.: *crystal, crystalline solid*) – ciało stałe, w którym cząsteczki, atomy lub jony są ułożone w uporządkowany schemat powtarzający się we wszystkich trzech wymiarach przestrzennych. W objętości ciała cząsteczki zajmują ściśle określone miejsca, zwane węzłami sieci krystalicznej, i mogą jedynie drgać wokół tych położeń. Każdy kryształ zbudowany jest z wielu powtarzających się komórek elementarnych. W zależności od ich rodzaju kryształy tworzą różne układy krystalograficzne.

Dipol

(ang.: *dipole*) układ dwóch różnoimiennych ładunków elektrycznych, dodatniego i ujemnego, o jednakowej wartości.

Heksagonalny

(ang.: *hexagonal*) przymiotnik pochodzący od rzeczownika 'heksagon', czyli sześcian.

Komórka elementarna

(ang.: *unit cell*) – w krytalografii: najmniejsza, powtarzalna część struktury kryształu, zawierająca wszystkie rodzaje cząsteczek, jonów i atomów, które tworzą określoną sieć krystaliczną.

Sieć krystaliczna

(ang.: *crystal lattice*) w krytalografii i mineralogii jest to szczególne ułożenie atomów lub cząsteczek w ciele stałym. Sieć krystaliczna charakteryzuje się uporządkowaniem dalekiego zasięgu oraz symetrią. Najmniejszą, powtarzalną składową sieci krystalicznej jest komórka elementarna.

Resublimacja

(ang.: *resublimation*) – przemiana fazowa polegająca na bezpośrednim przejściu ze stanu gazowego w stan stały z pominięciem stanu ciekłego. Zjawisko odwrotne do resublimacji to sublimacja.

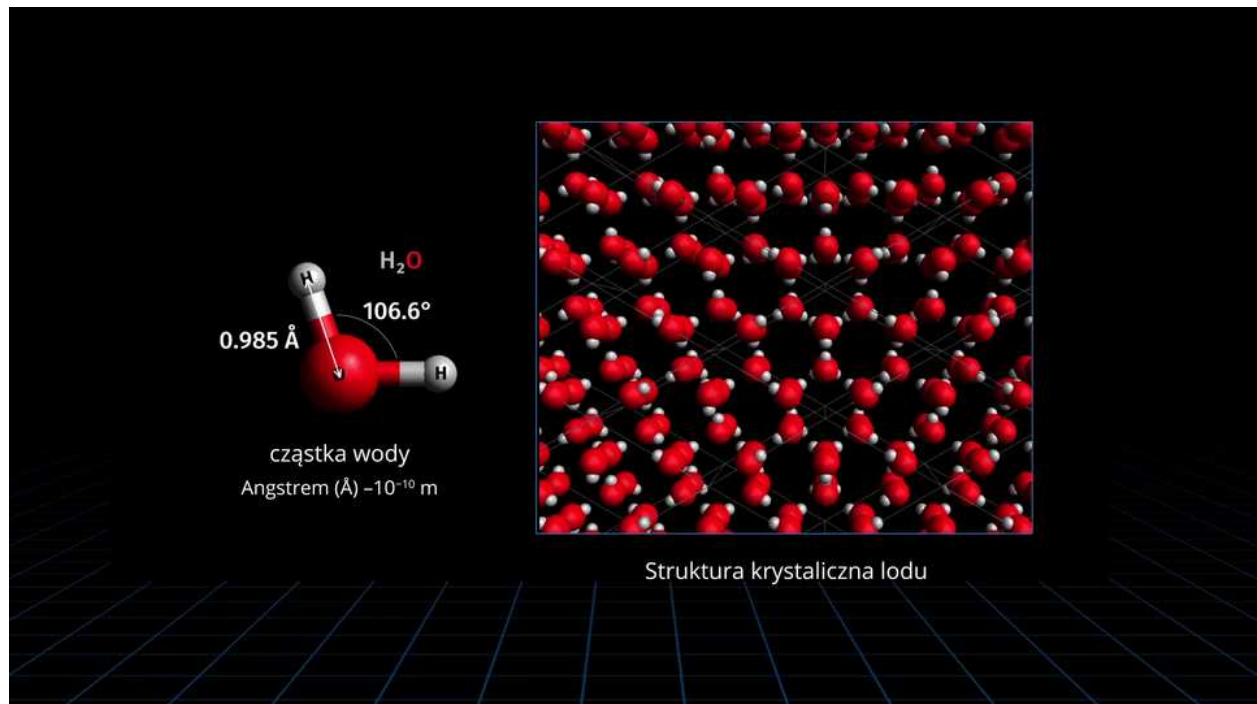
Temperatura

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

Animacja

Woda z punktu widzenia mikroświata

Obejrzyj zamieszczoną animację 3D, która ilustruje zjawisko topnienia lodu z mikroskopowego punktu widzenia.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RqeDLrUq45GbA>

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

Wysłuchaj alternatywnej ścieżki lektorskiej.

Polecenie 1

Wyjaśnij, dlaczego woda powstała z lodu ma mniejszą objętość niż lód? Zapisz swoją odpowiedź w polu poniżej, a następnie porównaj ją z podaną odpowiedzią wzorcową.



Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/l%c3%b3d-kostki-woda-odosobniony-2328718/> [dostęp 14.06.2022].

Polecenie 2

Przy ciśnieniu 101325 Pa, woda zamarza w temperaturze 0 °C. W takich warunkach gęstość lodu wynosi $d_l = 0,9167 \text{ g/cm}^3$, a gęstość wody w stanie ciekłym $d_w = 0,9998 \text{ g/cm}^3$. Oblicz, jaką objętość będzie miała woda powstała z roztopienia 10 dm³ lodu. Odpowiedź podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Odpowiedź: $V_w =$ litra.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Które stwierdzenie jest prawdziwe:

- ☐ Cząsteczka wody jest dipolem, co oznacza, że posiada ładunek ujemny.
- ☐ Cząsteczka wody jest dipolem, co oznacza, że jako całość jest obojętna elektrycznie, ale jej sumaryczne ładunki, dodatni i ujemny, są rozsunięte względem siebie.
- ☐ Cząsteczka wody jest dipolem, co oznacza, że posiada ładunek dodatni.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij zdanie:

Asocjacja to łączenie się cząsteczek wody w grupy w wyniku oddziaływań

magnetycznych ☐ / elektrostatycznych ☐ / grawitacyjnych ☐ , które są przyczyną powstania wiązań kowalencyjnych ☐ / jonowych ☐ / wodorowych ☐ .

Ćwiczenie 3



Połącz kafelki:

Cząsteczki wody w stanie ciekłym

mogą przemieszczać się względem siebie i tworzyć nietrwałe asocjaty.

Cząsteczki lodu

tworzą kryształ o strukturze heksagonalnej.

Cząsteczki pary wodnej

poruszają się niezależnie od siebie.

Ćwiczenie 4



Które stwierdzenie jest prawdziwe:



Cząsteczki substancji hydrofobowych przyciągają cząsteczki wody, ale cząsteczki wody przyciągają się między sobą silniej i dlatego woda nie zwilża powierzchni substancji hydrofobowych.



Cząsteczki substancji hydrofobowych odpychają cząsteczki wody i dlatego woda nie zwilża powierzchni substancji hydrofobowych.

Ćwiczenie 5



Poniższy rysunek przedstawia krople wody na dwóch różnych powierzchniach. Która z tych powierzchni jest hydrofilowa, a która hydrofobowa?



powierzchnia hydrofobowa



powierzchnia hydrofilowa

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

Ćwiczenie 6



Gdy wycieramy kurze suchą ściereczką, kurz rozpyla się, podczas gdy do wilgotnej ściereczki drobinki kurzu się przyklejają. Jak to zjawisko wyjaśnić z punktu widzenia budowy cząsteczkowej? Wpisz swoją odpowiedź w okienku poniżej, a następnie porównaj ją z zamieszczoną odpowiedzią wzorcową.

Ćwiczenie 7



Zosia narysowała palcem na szybie okiennej uśmiechniętą buzię. Gdy szyba zaparowała, czyli pokryła się drobnymi kropelkami skroplonej pary wodnej, jej rysunek stał się widoczny, ponieważ na śladzie palca szyba nie była zaparowana. Wyjaśnij tę obserwację z punktu widzenia mikroskopowych właściwości wody.



Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/u%c5%9bmiech-szcz%c4%99%c5%9bliwy-szyba-okno-para-4646492/> [dostęp 22.06.2022].

Ćwiczenie 8



Oceń, z naukowego punktu widzenia, następującą reklamę:

Woda to życie! Ale czy wiesz, że woda ma pamięć i zdolność przekazywania informacji? Czy wiesz, że reaguje na otoczenie? Wewnętrzna struktura wody zmienia się nie tylko pod wpływem zanieczyszczeń, lecz także pod wpływem emocji, słów, dźwięków. Harmonia, nieskażona przyroda, pozytywne emocje, muzyka klasyczna sprawiają, że struktura wody jest regularna, uporządkowana i stabilna wewnątrz. Pod mikroskopem elektronowym cząsteczka wody przypomina wówczas piękną, symetryczną gwiazdkę lodu.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Woda z punktu widzenia mikroświata
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa	Cele kształcenia – wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu. VI. Termodynamika. Uczeń: 8) wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wyjaśnia, na czym polega polarny charakter cząsteczek wody, 2. analizuje różnice między trzema fazami wody z mikroskopowego punktu widzenia, 3. wyjaśnia anomalną rozszerzalność cieplną wody, 4. wyjaśnia, czym jest napięcie powierzchniowe, 5. rozróżnia substancje hydrofobowe i hydrofilowe, 6. charakteryzuje strukturę lodu, 7. wyjaśnia związek między kształtem komórki elementarnej kryształu lodu, a kształtami płatków śniegu.
Strategie nauczania	strategia eksperymentalno-obszernyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania	wykład informacyjny, pokaz multimedialny, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w grupach, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
Materiały pomocnicze:	e-materiały: „Dlaczego lód pływa po wodzie?”, „Przemiany fazowe wody”, „Jakie konsekwencje dla życia na Ziemi ma woda?”, „Szczególne własności wody”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”. Odwołanie do wiedzy uczniów o różnicach między trzema stanami skupienia wody: gazowym, ciekłym i stałym.	
Faza realizacyjna:	

Nauczyciel wyjaśnia budowę cząsteczki wody i pojęcie wiązań wodorowych. Następnie odwołuje się do wiedzy uczniów o naturze gazów i uczniowie odpowiadają na pytanie, czy w stanie gazowym cząsteczki wody mogą łączyć się w większe struktury. Nauczyciel opowiada, jak zachowują się cząsteczki wody w stanie ciekłym, zwracając uwagę na nietrwałość tworzących się struktur. Uczniowie podają przykłady zjawisk związanych z napięciem powierzchniowym. Nauczyciel daje zespołom uczniów zadanie do przeanalizowania: jakie siły działają na cząsteczkę wody w głębi cieczy i na powierzchni cieczy. Uczniowie z pomocą nauczyciela dochodzą do wyjaśnienia przyczyn zjawiska napięcia powierzchniowego. Następnie uczniowie podają przykłady substancji, których powierzchnia jest lub nie jest zwilżana przez wodę. Uczniowie w dyskusji próbują wyjaśnić to zjawisko na poziomie mikroświata. Nauczyciel tłumaczy budowę krystaliczną lodu i wyjaśnia anomalną rozszerzalność cieplną wody. Opowiada, jak powstają płatki śniegu, a uczniowie wyjaśniają, dlaczego mają one symetrię heksagonalną.

Faza podsumowująca:

Uczniowie oglądają animację i w dyskusji szukają odpowiedzi na pytanie, dlaczego woda ma mniejszą objętość od lodu z którego powstała.

Praca domowa:

Zadania z zestawu ćwiczeń 1- 4 obowiązkowo, jedno z pozostałych zadań do wyboru.

Wskazówki

**metodyczne opisujące
różne zastosowania
danego multimedium**

Multimedium bazowe (MB) można wykorzystać na lekcji i połączyć z dyskusją na zadane w nim pytanie. MB może być też wykorzystane przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału.