

### [Akceptuję](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Felieton](#)

## (Nie)zwykła woda



Na pozór to rzeczywiście prosty związek chemiczny: zaledwie trzy atomy w każdej cząsteczce. Ale ich sposób ułożenia, a konkretnie

**to, że nie leżą w linii prostej, wyznaczają bardzo istotne i ciekawe właściwości wody. Weźmy molekułę dwutlenku węgla i wody. Każda z nich liczy raptem trzy atomy; w pierwszej mamy w centrum atom węgla, a po bokach atomy tlenu, a w drugiej na środku jest tlen, po bokach zaś wodór. Istnieje jednak istotna różnica - w  $\text{CO}_2$  atomy ułożone są w jednej linii ( $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ), a w  $\text{H}_2\text{O}$  nie. Wiązania  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$  tworzą kąt około  $104^\circ$ . Ponieważ ładunki elektryczne w cząsteczce nie rozkładają się równomiernie - większa gęstość elektronowa jest w okolicy atomu tlenu, mniejsza - w okolicy wodoru, cząsteczka jest dipolem, czyli ma charakter polarny. A to w dużym stopniu określa właściwości makroskopowe wody.**

Właśnie ze względu na swoją polarność woda rozpuszcza większość typowych soli i innych związków nieorganicznych, a także sporo związków organicznych. Jeśli mamy ciekły związek niepolarny, nie będzie on rozpuszczał tego typu substancji. To zjawisko zauważono już bardzo dawno (oczywiście tylko na poziomie makro). Znane jest stare łacińskie powiedzenie *similia similibus solvuntur*, czyli „podobne rozpuszcza się w podobnym”. Zasada jest prosta - polarne w polarnym, niepolarne w niepolarnym. Można bez wielkiego ryzyka powiedzieć, że gdyby cząsteczka wody nie była „zagięta”, życie w obecnej postaci nie mogłoby powstać. Ba, nie wiadomo, czy powstałoby jakiegokolwiek życie.

Ale nie tylko struktura cząsteczki wody ma w tym kontekście olbrzymie znaczenie. Istotny jest też fakt, że w typowych temperaturach ziemskich woda może współistnieć we wszystkich trzech postaciach fizycznych - jako ciało stałe (lód), ciecz, a także gaz (para wodna).

Jest jeszcze jedna bardzo istotna właściwość, o której uczymy się w szkole. Chodzi o tzw. anomalną rozszerzalność cieplną wody. Większość cieczy zwiększa swoją gęstość, jeśli je ochłodzimy. Woda zachowuje się podobnie, ale tylko do temperatury około  $4^\circ\text{C}$ . W zakresie od  $4^\circ$  do  $0^\circ\text{C}$  zachodzi zależność odwrotna. Widocznym efektem tego zjawiska jest pływanie lodu na powierzchni wody. To zjawisko pomaga też przeżyć zimowe mrozy zwierzętom wodnym - przy samym dnie woda ma największą gęstość i długi czas jest tam cieplej niż na powierzchni.

Co ciekawe - do dziś fizycy nie znają jednoznacznego wyjaśnienia anomalnej rozszerzalności. Na pewno mają na to wpływ takie czynniki jak kształt cząsteczki wody, jak też tzw. wiązania wodorowe.

## **Wiązania wodorowe**

Woda w warunkach standardowych jest cieczą, co uznajemy za naturalne. Ale tak naprawdę powinno nas to dziwić. Dlaczego? Najczęściej dzieje się tak, że im większą masę cząsteczkową ma związek chemiczny, tym większa jest szansa, że będzie on cieczą lub ciałem stałym. Najlepiej widać to na szeregu prostych związków organicznych - alkanów, z których pierwsze cztery są gazami, kilka następnych cieczami, a te o sporej już masie cząsteczkowej to ciała stałe.

Tymczasem woda o masie cząsteczkowej 18 jest cieczą, a np. tlen cząsteczkowy o masie 32 jest gazem. Gazami są także siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$  - m. cz. 34) czy amoniak ( $\text{NH}_3$  - m. cz. 17). Co więc sprawia, że woda pozostaje cieczą w temperaturze pokojowej? Odpowiedź jest prosta - wiązania wodorowe; bardzo szczególny typ wiązania chemicznego. Mówiąc skrótowo - atom wodoru jednej cząsteczki wody łączy się bardzo słabo z elektronami (ściślej - parami elektronowymi) atomu tlenu sąsiedniej cząsteczki wody. Moc pojedynczego wiązania jest niewielka, bo wynosi tylko około 5% mocy zwykłych wiązań. A jednak wpływają one bardzo znacząco na właściwości makroskopowe, ponieważ tych wiązań jest bardzo wiele w każdej najmniejszej kropli wody. Dlatego też możemy wyobrazić sobie, że każdą cząsteczkę wody „oblepiają” inne cząsteczki, co powoduje, że efektywna masa cząsteczkowa  $\text{H}_2\text{O}$  jest zdecydowanie większa niż 18. Dlatego też woda w temperaturze pokojowej jest cieczą. Oczywiście to samo zjawisko odpowiada za wysoką temperaturę topnienia tego

związku. Ale nie tylko.

Wiązania wodorowe, w powiązaniu z kształtem samej cząsteczki, odpowiadają za jedno z niezwykłych zjawisk, które możemy obserwować zimą. Chodzi oczywiście o sześciokątny kształt płatków śniegu. Gdyby nie istniały wiązania wodorowe, płatki byłyby na pewno znacznie bardziej „nudne”. Inne właściwości wody także zależą od wspomnianych wiązań. Chodzi o bardzo wysoką pojemność cieplną oraz przewodność cieplną. Pojemność cieplna to w skrócie zdolność wody do magazynowania energii cieplnej. W skali mikroskopowej energia ta jest przechowywana w formie energii potencjalnej oscylacji wiązań wodorowych. Efektem makroskopowym, którego doświadczamy wszyscy, jest łagodzenie ziemskiego klimatu przez olbrzymie ilości wody znajdującej się w oceanach. Latem nagrzewają się one, gromadząc energię pochodzącą z promieni słonecznych. Zimą energia ta zostaje stopniowo uwolniona do atmosfery. Dlatego też temperatura na Ziemi pozostaje na tyle wyrównana, że możliwe jest istnienie życia.

Przewodność cieplna z kolei pozwala nam w miarę szybko ochłodzić się w gorący dzień. Przykładowo – woda o temperaturze 20°C chłodzi nas znacznie efektywniej niż powietrze o tej samej temperaturze. Życie wykorzystuje wiązania wodorowe jeszcze w inny sposób: spajają one dwie nici DNA – są na tyle mocne, że cząsteczka ta jest względnie trwała, a z drugiej strony na tyle słaba, że do replikacji DNA, w trakcie której nici te ulegają rozpleceniu, nie trzeba z kolei zbyt wielkiej energii.

Woda może też być... minerałem. Chodzi o wodę w stanie stałym, czyli po prostu lód. Tę postać wody możemy bez większych problemów uznać za minerał, ponieważ jest substancją w stanie stałym, występującą naturalnie i ma określoną uporządkowaną strukturę krystaliczną. Warto tutaj podkreślić, że za minerał możemy uznać płatek śniegu czy też górę lodową, powstałą przez swoiste przeobrażenie sprasowanych płatków śniegowych. Minerałem nie jest jednak kostka lodu, którą wyprodukowaliśmy w zamrażarce, ponieważ została ona wytworzona sztucznie.

Lód nie jest szczególnie twardy – w skali Mohsa jego twardość określono na 1,5. Mineralodzy umieścili lód w tej samej grupie co kwarc (tlenek krzemu) – słusznie, ponieważ, chemicznie rzecz biorąc, woda to tlenek wodoru.

Co ciekawe, lód może też być... ciepły, choć brzmi to w zasadzie jak oksymoron. Naprawdę istnieje lód ciepły. Ba, istnieją również takie jego odmiany krystaliczne, które są naprawdę gorące, choć to tylko pewna przenośnia – nie będziemy w stanie nigdy dotknąć tego typu form, ponieważ pod zwykłym ciśnieniem atmosferycznym nie mogą istnieć. Jeśli będziemy poddawać lód działaniu ekstremalnie wysokich albo niskich ciśnień oraz temperatur, jego struktura krystaliczna będzie się zmieniać. Naukowcy wyróżnili do dziś 16 form krystalicznych lodu, różniących się zdecydowanie właściwościami makroskopowymi, jak też oczywiście strukturą wewnętrzną. Lód VII, X oraz XI pozostają ciałami stałymi nawet w bardzo wysokich temperaturach, sięgających setek stopni Celsjusza. Po co jednak w ogóle się nad takimi formami zastanawiać? Badania nad budową krystaliczną rozmaitych form lodu pomagają fizykom i chemikom wyciągać wnioski co do wpływu ciśnienia na przemiany fazowe w kryształach.

## **Pamięć wody**

Pisząc o wodzie, choćby na poziomie popularnym, nie sposób nie odnieść się do pojęcia znanego jako „pamięć wody”. Spopularyzował je francuski immunolog Jacques Benveniste, który ubrał w naukowe (choć tak naprawdę – pseudonaukowe) szaty idee twórcy homeopatii – Samuela Hahnemanna. Doświadczenia Francuza dotyczyły działania roztworu przeciwciał, rozcieńczonego do takiego stopnia, że kompletnie nieprawdopodobne było znalezienie tam choćby jednej cząsteczki substancji czynnej. Zgodnie z twierdzeniami Benveniste’a woda zachowuje pamięć o tym, co w niej było wcześniej rozpuszczone. Ba, twierdził on także, że taka informacja może zostać przeniesiona na inną

porcję wody, m.in. za pomocą zwykłej linii telefonicznej.

Zwolennicy homeopatii uznali francuskiego immunologa za swojego guru. Problem niestety w tym, że wiele laboratoriów bez powodzenia próbowało powtórzyć wyniki otrzymane przez Benveniste'a, niektórzy nawet z jego osobistym udziałem. (Co ciekawe, nie przeszkodziło to np. Rosyjskiej Akademii Nauk uznać badania zjawiska pamięci wody za godne habilitacji). Na fali rewelacji związanych z pamięcią wody wypłynęły też takie osoby jak Japończyk Masaru Emoto, badający krystalizację wody poddawanej pozytywnym lub negatywnym emocjom, czy Austriak Johann Grander, który opracował koncepcję „wody ożywionej”.

Patrząc na całą sprawę oczami przyrodnika, wolałbym, aby woda jednak nie zachowywała w pamięci tego wszystkiego, co wcześniej było w niej rozpuszczone. W końcu woda na Ziemi krąży w obiegu zamkniętym - przepływa nie tylko przez buteleczki homeopatów, ale także przez niezliczone toalety czy prysznice... Ale mówiąc już całkiem poważnie - opowieści o tym, że tak naprawdę w ciekłej wodzie pozostaje specjalne miejsce po wcześniej obecnej cząsteczce (swoisty „odlew molekularny”) można włożyć między bajki. W standardowych temperaturach pojedyncze wiązanie wodorowe istnieje średnio 1 pikosekundę (10–14 s), a kilka lub kilkanaście pikosekund trwa obrót cząsteczki. Można więc stwierdzić, że woda raczej wykazuje efekt zbliżony do choroby Alzheimera - nawet jeśli pamięta jakiś kształt, to na szczęście trwa to bardzo krótko.

Nie przeszkadza to jednak wielu szarlatanom w pisaniu pseudonaukowych objaśnień, na podstawie których mogą potem wyciągać olbrzymie pieniądze ze sprzedaży butelek z „rewitalizowaną wodą” i podobnymi wynalazkami. Ich reklamy są zwykle pełne mądrych słów, typu „efekt kwantowy”, „tunelowanie”, „biorezonans”. Brzmiały bardzo naukowo, ale tak naprawdę są zwykłym bełkotem (w przytaczanym kontekście). Woda to naprawdę związek niezwykły - co nie oznacza jednak, że ma jakiegokolwiek właściwości nadprzyrodzone...

Autor: **Mirosław Dworniczak**

**Więcej w miesięczniku „Wiedza i Życie” nr [09/2015](#) »**

<https://laboratoria.net/felieton/24054.html>

**Informacje dnia:** [Stypendia ministra nauki za znaczące osiągnięcia Doktor z TikToka: fajnie by było, gdyby w sieci to jednak naukowcy mówili o nauce](#) [Kierownik wyprawy polarnej](#) [Mikrolasery mogą wykrywać pojedyncze cząsteczki](#) [Duże teleskopy sfotografowały dwie formujące się planety](#) [Bakteriofagi mogą chronić żywność przed salmonellą](#) [Stypendia ministra nauki za znaczące osiągnięcia Doktor z TikToka: fajnie by było, gdyby w sieci to jednak naukowcy mówili o nauce](#) [Kierownik wyprawy polarnej](#) [Mikrolasery mogą wykrywać pojedyncze cząsteczki](#) [Duże teleskopy sfotografowały dwie formujące się planety](#) [Bakteriofagi mogą chronić żywność przed salmonellą](#) [Stypendia ministra nauki za znaczące osiągnięcia Doktor z TikToka: fajnie by było, gdyby w sieci to jednak naukowcy mówili o nauce](#) [Kierownik wyprawy polarnej](#) [Mikrolasery mogą wykrywać pojedyncze cząsteczki](#) [Duże teleskopy sfotografowały dwie formujące się planety](#) [Bakteriofagi mogą chronić żywność przed salmonellą](#)

**Partnerzy**