

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Woda wydaje się nieciekawa. Jest przezroczysta, bez smaku, bezwonna i przede wszystkim wszechobecna (jest drugą, po wodorze, najczęściej spotykaną cząsteczką we Wszechświecie). Ponadto, była wielokrotnie badana. Jednak wciąż istnieją związane z wodą zjawiska, które nie zostały w pełni zrozumiane. Mimo bardzo prostej struktury (tylko dwa atomy wodoru związane z pojedynczym atomem tlenu), woda zachowuje się inaczej niż większość substancji. Można to zaobserwować w życiu codziennym, na przykład lód unosi się na wodzie. Już 300 lat temu poznano nietypową właściwość ciekłej wody: podczas gdy większość cieczy kurczy się ze spadającą temperaturą, woda zaczyna się rozszerzać, gdy jej temperatura spada poniżej 4 °C. Można to przetestować w prostym eksperymencie w kuchni za pomocą szklanki niemieszanej wody z lodem. Dolna warstwa pozostaje w temperaturze 4 °C, podczas gdy chłodniejsze warstwy „pływają” na powierzchni. Temperatura w pobliżu dna pozostaje stała, aż cały lód stopnieje. To i kilka innych nietypowych zachowań wody nazywa się anomaliami wody. Stają się one bardziej wyraźne, jeśli woda ostrożnie ochłodzona poniżej 0 °C uniknie zamarznięcia (stan przechłodzony). Niektóre właściwości ekstrapolowane do niższych temperatur wydają się zmierzać do nieskończoności w nieosiągalnej dla ciekłej wody temperaturze -45 °C, w zakresie tzw. „ziemi niczyjej”.

Jednym ze sposobów osiągnięcia „ziemi niczyjej” jest zamknięcie wody w pustych przestrzeniach o wielkości kilku miliardowych części metra. Takie nanoprzestrzenie istnieją w materiałach mezoporowatych, tworząc razem znaczną ilość pustej przestrzeni, w którą woda może być wprowadzana i chłodzona. Chociaż woda w zamknięciu nie krystalizuje w trakcie chłodzenia, nie pozostaje również ciekła. Zamiast tego staje się wodą szklaną (zwaną także bezpostaciowym lodem), która jest ciałem stałym, ale jej struktura pozostaje nieuporządkowana podobnie jak w cieczy. W nanoprzestrzeniach zachowanie wody wynika częściowo z jej oddziaływania ze ścianami porów. Dlatego temperatury przejść między fazą ciekłą, pośrednią fazą plastyczną, a fazą szklaną przesuwają się w stosunku do wody swobodnej. Aby znaleźć jakie byłyby temperatury przejść dla normalnej wody można wykorzystać różne ilości wody wypełniające różnorodne materiały mezoporowate. Pozwoli to zrozumieć wpływ uwięzienia wody w porach na jej właściwości. Inną trudnością jest sprawdzenie właściwości wody zamkniętej w takich małych pustych przestrzeni. Na szczęście jest to możliwe przy użyciu metody zwanej spektroskopią czasów życia pozytonów.

Pozytony są cząstkami antymaterii. Między innymi są one emitowane podczas rozpadu niektórych izotopów promieniotwórczych, obecnych w niewielkich ilościach m.in. w organizmie człowieka. Pozyton w kontakcie z elektronem ulega anihilacji, która polega na zamianie masy obydwu cząstek na energię. Energię tą, emitowaną w formie promieniowania elektromagnetycznego, można zarejestrować i tym samym stwierdzić, że nastąpiła anihilacja. Niektóre izotopy promieniotwórcze pozwalają wykryć także fakt wystąpienia rozpadu promieniotwórczego, podczas którego powstał pozyton, gdyż wiąże się on z emisją promieniowania elektromagnetycznego o pewnej charakterystycznej energii. Jest ono wykorzystywane do pomiaru czasu życia pozytonu, czyli okresu jaki upłynie od chwili jego powstania do anihilacji. Czas ten zależy od tego jak łatwo pozyton może napotkać elektron, zatem od struktury materiału, w którym znalazł się pozyton. Zamiast natychmiast anihilować z elektronem, pozyton może go „przechwycić” i utworzyć z nim atom pozytu. Jest to odpowiednik atomu wodoru, w którym jądro atomowe zostało zastąpione cząstką antymaterii. W próżni jedna z dwu form pozytu, orto-pozyt, może przetrwać stosunkowo długo (milionowe części sekundy) zanim ulegnie anihilacji. Natomiast jeżeli orto-pozyt zostanie uwięziony w materiale, anihiluje on szybciej spotykając „obcy” elektron. Podobnie jak w przypadku pozytonu, jego czas życia zależy od otoczenia, a konkretnie od rozmiaru wolnej przestrzeni, gdzie znajduje się pozyt. Na tej podstawie można określać liczbę i rozmiary wolnych objętości w badanym materiale. Pozwala to na rozróżnienie różnych faz stałych, jak również cieczy, w której orto-pozyt „rozpycha się” tworząc bąbelki o rozmiarach zależnych od napięcia powierzchniowego.