

Joanna Paradzińska
Wydział Pedagogiczny

Temperaturowe porządki

Czy temperatura może być ujemna? Nie jest to zbyt trudne pytanie. W końcu zeszłej zimy termometry pokazywały nawet -20 stopni. Jest to jednak temperatura w skali Celsjusza, zaś wartość poniżej zera oznacza, że powietrze było zimniejsze od zamarzającej wody. Słowo "zimniejsze" oznacza, że cząsteczki powietrza miały mniej energii (wolniej się poruszały) niż cząsteczki wody. Istnieje również tzw. bezwzględna skala temperatur (mierzona w kelwinach). Temperatura "zera bezwzględnego" oznaczałaby całkowity bezruch układu. Czy zatem temperatura bezwzględna może być ujemna? Okazuje się, że tak.

W fizyce statystycznej temperatura bezwzględna nie jest związana z samą energią cząsteczek, ale również z ich nieuporządkowaniem. Zwykle dostarczenie jakiemuś układowi energii (np. poprzez podgrzanie) powoduje wzrost jego nieuporządkowania. Mówimy wtedy, że temperatura bezwzględna układu jest dodatnia. Istnieją jednak pewne szczególne przypadki, kiedy dostarczenie do układu energii spowoduje jego uporządkowanie. W takich właśnie sytuacjach mówimy, że temperatura bezwzględna jest ujemna. Co ciekawe, układ o ujemnej temperaturze bezwzględnej, nie musi być "zimniejszy" (czyli mieć mniej energii) od układu o temperaturze dodatniej. Pierwszy układ o ujemnej temperaturze został wytworzony przez Purcella i Pounda dokładnie 60 lat temu. Składał się z grupy spinów, umieszczonych przez krótki czas w silnym polu magnetycznym. Po tym zabiegu całość przez prawie pięć minut była stanem o ujemnej temperaturze, czyli sama oddawała energię do otoczenia. Po tylu latach naturalnym wydaje się pytanie, jak zastosować tę technologię w skali makro, czyli w codziennym życiu.

Przede wszystkim, potrzebne jest nam przenośne urządzenie, które będzie w stanie generować układ o ujemnej temperaturze. Współczesnym przykładem takiego urządzenia jest na przykład układ służący do „pompowania” lasera. Skoro już mowa o pompowaniu, skonstruujmy urządzenie działające jak czytnik kodów kreskowych w sklepowych kasach. Świecenie wychodzącym z niego promieniem lasera na różne obiekty powodowałoby, że układ doznawałby znanej z optyki „inwersji obsadzeń”. Tym samym, zgodnie z cytowanym artykułem, mamy układ o ujemnej temperaturze. Pora zastanowić się, jakie praktyczne korzyści przyniosłoby posiadanie takiego urządzenia.

Nienawidzę zimy. Wstrząsają mną dreszcze, gdy pomyślę sobie o odśnieżaniu i marznieniu na przystanku autobusowym. Wyobraźmy sobie, że wyjmuję z kieszeni kurtki takie urządzenie. Świecę nim na zimowe buty i rękawiczki i momentalnie robi mi się ciepło :-). Oczywiście nie można z tym efektem przesadzić, aby rękawiczki zbyt mocno się nie wyziębiły lub co gorsza, ich struktura nie uległa degeneracji. Kolejnym zastosowaniem ujemnej temperatury jest odśnieżanie. Jedziemy samochodem na uczelnię. Zima jak zawsze zaskoczyła drogowców. Ale nie nas! W samochodzie oprócz włączonych świateł, działa również nasze urządzenie. Świecimy nim na drogę, a śnieg na warszawskich ulicach po prostu topi się. Dzięki temu jazda jest przyjemna, nie stoimy w korkach i bez problemu zdążamy na poranny wykład. Nie zapominajmy o ogrzewaniu domu. Wystarczy, niczym szaman, okrzyć dom dookoła. Z małym wyjątkiem – zamiast mamrotać cudowne zaklęcia, wystarczy zwyczajnie poświecić. Dla sąsiadów będzie to wyglądało równie magicznie.

Zawsze miałam problemy z utrzymaniem porządku na dysku komputera. Najpierw gromadzę mnóstwo niepotrzebnych plików, a potem, gdy potrzebuję zgrać potrzebny film, okazuje się, że brakuje miejsca. Wpadam w panikę, usuwam co popadnie, a przecież wystarczyłoby sprawić, by moje dokumenty układały się jeden przy drugim, by zrobić miejsce dla innych. Zapisywanie danych na twardym dysku komputera odbywa się dzięki zjawisku gigantycznego oporu magnetycznego (GMR). Poprzez odpowiednie magnesowanie i rozmagnesowanie kolejnych obszarów z danymi, możemy kontrolować ich zapisywanie i usuwanie. Gdzie w tym wszystkim miejsce dla ujemnej temperatury? Potrafiąc oddziaływać silnym polem na dysk, uzyskujemy sytuację, w której zapisane pliki samoistnie zajmują sąsiednie obszary na dysku. Dzięki temu komputer działa szybciej, a dostęp do danych jest wygodniejszy. Układy samoporządkujące mają jeszcze inne zastosowanie, jeśli chodzi o komputery. Czasem usuwamy coś z komputera będąc przekonanym, że to już nam się nie przyda. Bo w końcu: po co zaśmiecać sobie dysk? Ale po tygodniu okazuje się, że się srogo pomyliliśmy i na gwałt potrzebujemy usuniętego dokumentu. Co teraz? Wiedząc, że gdy usuwając plik, rozproszyliśmy energię potrzebną do jego utworzenia, możemy odpowiednio namagnesować interesujący nas obszar twardego dysku, a „pozostałości energetyczne” po naszym zniszczonym pliku wrócą na odpowiednie miejsce. A to wszystko za sprawą naszego urządzenia! Właśnie odzyskaliśmy dane z naszego komputera.

A teraz pomyślmy o jakimś usprawnieniu, które przysłużyłoby się nam wszystkim... Może coś związanego z PKP? Co prawda nie sprawimy, że pociągi zaczną jeździć wg rozkładu jazdy ani że przestaną być przeładowane, ale możemy usunąć pewien element, krzyżujący plany podróżnych przez duże amplitudy temperaturowe w ciągu roku. Żyjemy w klimacie, w jakim żyjemy, a na rozszerzalność temperaturową ciał nic nie poradzimy... A gdyby tak usunąć defekty w szynach kolejowych, tzn. ulepszyć materiały, z których są stworzone? Udoskonalic ich wewnętrzną strukturę? Idealna sieć krystaliczna sprawiłaby, że rozszerzalność temperaturowa ciał zmniejszyłaby się. Dzięki temu moglibyśmy budować taniej mosty, szyny kolejowe, konstruować lepsze linie energetyczne. Dzisiaj konstruktorzy muszą uwzględniać czynniki temperaturowe w swoich projektach. Kable telefoniczne wiszą w lecie, aby w zimie nie ulec zerwaniu. Mosty konstruowane są tak, aby przy wyższych temperaturach nie ulec „wypaczeniu”. To samo tyczy się szyn kolejowych, czy też tramwajowych. A gdyby w procesie produkcji użyć zjawiska ujemnej temperatury, aby wytworzony materiał uczynić „doskonałym”, pozbawionym defektów w sieci krystalicznej? Spowodowałoby to mniejszą rozszerzalność termiczną końcowych produktów, dzięki temu koszt produkcji uległby zmniejszeniu, trudnych do przewidzenia sytuacji byłoby mniej, zaś podróżowanie stałoby się bezpieczniejsze. Być może pociągi nadal by się spóźniały, ale istnieje szansa, że były tańsze.

Podsumowując, skonstruowanie urządzenia sprawiającego, że obiekty przechodziłyby do stanu o ujemnej temperaturze bezwzględnej, znacząco ulepszyłoby nasze dotychczasowe życie. Zdaję sobie sprawę, że opisane urządzenie jest na razie w sferze marzeń. Mimo układów działających w wielu laboratoriach na obiektach w skali mikro (a nawet nano), dla większych przedmiotów pojawiają się problemy. Stany energetyczne nie są już wyraźnie od siebie oddzielone – zamiast dyskretnych poziomów występuje ciągłe „continuum stanów”. Problemem staje się wytworzenie doskonale jednorodnych pól magnetycznych, odpowiednio silnych wiązek laserowych, które ponadto nie spowodowałyby anihilacji przedmiotu. Jednak sześćdziesiąt lat temu nikt nie wiedział o istnieniu ujemnych temperatur, a nawet nie wyobrażał sobie, czym takim mogłyby one być.