



Warszawa, 26 listopada 2014

## **Zagadkowe „oddziaływanie na odległość” między zbiornikami płynów**

*Od kilku lat wiadomo, że nadciekły hel umieszczony w sąsiednich zbiornikach wykazuje kolektywne zachowanie nawet wtedy, gdy kanały łączące zbiorniki są zbyt wąskie i zbyt długie, by umożliwić znaczące przepływy. Nowy model teoretyczny ujawnia, że zjawisko tajemniczego komunikowania się „na odległość” między zbiornikami płynów jest znacznie bardziej powszechne niż początkowo sądzono.*

Płyny w oddalonych od siebie zbiornikach mogą zachowywać się kolektywnie nawet wtedy, gdy kanały łączące zbiorniki są tak wąskie i długie, że uniemożliwiają znaczące przepływy. Tajemnicze „oddziaływanie na odległość” odkryto niedawno i obserwowano wyłącznie w helu schłodzonym do bardzo niskiej temperatury. Model teoretyczny zjawiska, opracowany przez międzynarodowy zespół naukowców, w tym z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie, sugeruje jednak, że efekt może występować także w innych płynach – i w znacznie bardziej typowych warunkach.

Pierwsze doniesienie o „oddziaływaniu na odległość” między zbiornikami płynów opublikowano w 2010 roku w czasopiśmie „Nature Physics”. Zespół z University at Buffalo i State University of New York utworzył na krzemowej płytce sieć kilkudziesięciu milionów zagłębień na ciekłym helu. Każdy zbiorniczek był sześcianiem o boku dwóch mikrometrów (milionowych części metra), a środki sąsiednich zbiorniczków znajdowały się sześć mikrometrów od siebie. Tak przygotowaną płytkę przykryto drugą, pełną płytką krzemową. Zrobiono to w taki sposób, aby nad pojemniczkami zostawić bardzo wąską szczelinę, o wysokości zaledwie 32 nanometrów (miliardowych części metra). Dzięki szczelinie wszystkie zbiorniczki można było napełnić ciekłym helum.

Wysokość szczeliny była tysiące razy mniejsza zarówno od rozmiarów samych zbiorniczków, jak i od odległości między sąsiednimi zbiorniczkami. Tak niewielkie rozmiary praktycznie uniemożliwiały znaczące przepływy. Spodziewano się więc, że po wlaniu ciekłego helu będzie on w każdym zbiorniczku „żył na własną rękę”, niezależnie od tego, co dzieje się w pojemnikach obok. W doświadczeniu zmierzono ciepło właściwe ciekłego helu w pojedynczym zbiorniczku, oraz pochodzące od całego układu. Gdyby zbiorniczki były rzeczywiście niezależne, ciepło właściwe całości byłoby ciepłem właściwym pojedynczego zbiorniczka pomnożonym przez liczbę zbiorniczków. Tak jednak nie było: zaobserwowano wyraźną nadwyżkę ciepła właściwego układu. Pozornie rozdzielony na miliony niezależnych zbiorniczków, nadciekły hel w niewyjaśniony sposób zachowywał się tak, jakby wciąż był fizyczną całością.

„Zmieńmy na chwilę skalę i wyobraźmy sobie szczęśliwe pojemniki, każdy o boku dwóch metrów. Każda para pojemników jest połączona rurką długości czterech metrów i średnicy trzech milimetrów. Zgodnie z dotychczasowymi teoriami, tak mały kanał nie powinien synchronizować zjawisk zachodzących w zbiornikach. A jednak w mikroświecie to robi!” – mówi dr hab. Anna Maciołek z IChF PAN oraz Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme i Uniwersytetu w Stuttgarcie.

Nadciekły hel to ciecz, której właściwości w istotnym stopniu wynikają ze zjawisk kwantowych, dlatego początkowo wydawało się, że to one odpowiadają za wynik doświadczenia. We współpracy z prof. Douglasem Abrahamem z Oxford University, dr Maciołek zbudowała teorię opisującą zaobserwowane zjawisko. Nowa teoria, potwierdzona symulacjami komputerowymi przeprowadzonymi przez Olega Vasilyeva z Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme, dowodzi, że efekt „oddziaływania na odległość” wcale nie wymaga fizyki kwantowej i może występować również w klasycznych płynach jednoskładnikowych, a także w mieszaninach.

Analiza nowego modelu teoretycznego ujawniła, że zjawisko zachodzi pod pewnymi warunkami. Aby wystąpiło, w pierwotnym doświadczeniu ciekły hel musiał być w stanie bliskim pojawieniu się (lub zanikowi) nadciekłości. W przypadku innych płynów niskie temperatury nie są jednak wymagane. Woda i lutydyna – czyli modelowa mieszanina wody z olejem – mieszają się tylko w pewnym zakresie temperatur i „oddziaływanie na odległość” pojawia się tylko w jego obrębie. Najważniejszym wymogiem okazała się więc bliskość przejścia fazowego, czyli stanu, w którym dwie różne postaci (fazy) płynu mogą występować jednocześnie. Ważne są także rozmiary zbiorników i łączących je kanałów: zjawisko przestaje występować, gdy odległości stają się wyraźnie większe od rozmiarów ludzkich komórek.

„Fizyka działająca w mikroświecie, nawet ta klasyczna, nie pierwszy raz okazuje się być inna od fizyki znanej nam wszystkim z codziennego życia”, podsumowuje dr Maciołek.

Wyniki, zaprezentowane niedawno na łamach znanego czasopisma fizycznego „Physical Review Letters”, mogą znaleźć zastosowanie m.in. w układach mikroprzepływowych. Układy tego typu konstruuje się w celu przeprowadzania doświadczeń chemicznych lub biologicznych w pojedynczych kropelkach. Rozmiary pojemników i kanałków w układach mikroprzepływowych są na tyle małe, że opisywane tu „oddziaływanie na odległość” może wtedy się pojawić – jako niezamierzony efekt zaburzający wyniki doświadczeń lub jako celowo wprowadzony czynnik zwiększający funkcjonalność układu.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

#### **KONTAKT:**

dr hab. **Anna Maciołek**  
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie  
Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme i Uniwersytet w Stuttgarcie  
tel. +49 711 6891903  
email: [maciolek@is.mpg.de](mailto:maciolek@is.mpg.de)

#### **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

„Emergent long-range couplings in arrays of fluid cells”; D. B. Abraham, A. Maciołek, O. Vasilyev; Physical Review Letters 08/2014; 113(7):077204; DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.077204

#### **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<http://www.ichf.edu.pl/>  
Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

**MATERIAŁY GRAFICZNE:**

**ICHF141126b\_fot01s.jpg**

**HR:** [http://ichf.edu.pl/press/2014/11/ICHF141126b\\_fot01.jpg](http://ichf.edu.pl/press/2014/11/ICHF141126b_fot01.jpg)

Gdy duże zbiorniki połączymy bardzo wąskimi i długimi kanalikami, ciecz w każdym zbiorniku będzie zachowywała się niezależnie od cieczy w zbiornikach sąsiednich. W mikroświecie działa inna fizyka: jeśli ciecz wypełniająca zbiorniki spełnia pewne warunki (z których najważniejszym jest stan we współistnieniu między dwiema fazami), nawet zaskakująco małe kanały mogą skorelować stany cieczy w sąsiednich zbiornikach. (Źródło: IChF PAN)