

Streszczenie popularnonaukowe w języku polskim

Tytuł: Anty-Stokesowskie Chłodzenie dla Fluidyki

Temperatura jest jednym z najważniejszych parametrów w fizyce, chemii i biologii. Określa możliwość zajścia i tempo wielu procesów, takich jak mieszanie się cieczy, szybkość reakcji chemicznych czy metabolizm organizmów żywych. Jednak temperatura jest często kontrolowana tylko jako globalny parametr, w dużej objętości, powoli zmieniający się w czasie, np. za pomocą elektrycznych lodówek lub płyt grzejnych.

Niedawny postęp w laserowym grzaniu małych, absorbujących nanocząstek metalu o rozmiarach znacznie poniżej mikrometrów pozwalają na regulację temperatury w skali mikro- lub nawet nanometrowej, porównywalnej z rozmiarem bakterii i komórek. Zmniejszenie objętości pozwoliło na znacznie szybsze, wręcz gwałtowne zmiany temperatur. Grzanie nanocząstek znalazło wiele zastosowań, od zabiegów medycznych i lokalnych procesów chemicznych indukowanych grzaniem, do zastosowań w przepływach cieczy, umożliwiających konstruowanie małych urządzeń do wychwytywania cząsteczek i manipulowania nimi w celu badania procesów metabolicznych związanych z chorobą Alzheimera.

Chłodzenie bardzo małych objętości jest znacznie trudniejsze do realizacji niż grzanie. Jednym z najbardziej wydajnych technik jest chłodzenie za pomocą lasera szkieł i kryształów domieszkowanych jonami ziem rzadkich. Efekt ten oparty jest na świeceniu - luminescencji, którą można wzbudzić światłem o mniejszej energii niż emitowane. Brakująca energia pochodzi z ruchu wibracyjnego atomów szkła lub kryształu zwanych fononami. Proces ten nazywany jest anty-Stokesowską luminescencją i zwykle jest bardzo słaby. W przypadku niektórych jonów ziem rzadkich, np. jonów iterbu (Yb), może być wystarczająco wydajny, aby schłodzić mikroskopijne objętości. Spadek temperatury silnie zależy od otoczenia schładzanej cząstki, w próżni można osiągnąć bardzo niskie, kriogeniczne temperatury, ale w cieczach proces chłodzenia jest bardzo ograniczony. Jednym z najważniejszych problemów jest to, że jest on ograniczony do ciężkiej wody (D₂O). Maksymalnie udało się schłodzić pojedynczą mikroskopijną cząstkę w ciężkiej wodzie o 20 st. C.

W ramach tego projektu będziemy badać możliwość chłodzenia w zwykłej wodzie (H₂O), co będzie miało ogromny wpływ na badania biochemiczne. Równoległe będziemy pracować nad zdalnymi pomiarami temperatury z wykorzystaniem światła rozproszonego, tzw. rozpraszania Ramana. Będziemy również badać możliwości wykorzystania lokalnego chłodzenia, do wzbudzania przepływu cieczy w gradiencie temperatur i połączymy to z badaniami nad roztworami soli, które zawierają małe jony, które mogą być przyciągane lub odpychane od źródła zimna.

Optyczne chłodzenie małych cząstek w wodzie będzie miało ogromny wpływ na badania biologiczne, ponieważ pozwoli na pomiary właściwości komórek i ich reakcji na stres niskotemperaturowy. Może również znaleźć zastosowanie w miejscowej krioterapii do unieszkodliwiania lub zabijania komórek chorych lub rakowych.