



## Chłodzenie optyczne mikrokryształów domieszkowanych jonami $\text{Yb}^{3+}$

**Dr inż. Paweł Karpiński**

**Politechnika Wroclawska**

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, powoli zmieniający się w czasie, np. za pomocą pieców lub lodówek.

Niedawny postęp w laserowym grzaniu nanocząstek metali pozwala na podniesienie temperatury w skali mikro- lub nawet nanometrowej. Zmniejszenie grzanej objętości pozwoliło na znacznie szybsze, wręcz gwałtowne zmiany temperatur. Grzanie nanocząstek znalazło wiele zastosowań, od kontroli lokalnych procesów biologicznych i chemicznych, do zastosowań w mikro przepływie cieczy umożliwiającym wychwytywanie i manipulowanie małymi cząstkami lub molekułami.

Chłodzenie bardzo małych objętości jest znacznie trudniejsze do realizacji niż grzanie. Jedną z najbardziej obiecujących technik jest chłodzenie optyczne (laserowe). Efekt ten oparty jest na anty-Stokesowskiej luminescencji,<sup>1-3</sup> w której absorbowane są fotony o niższej energii, a emitowane o wyższej energii. Brakująca energia pochodzi z fononów, co prowadzi do obniżenia temperatury materiału. Efekt ten wymaga stosunkowo silnej absorpcji fotonów o niskiej energii oraz wysokiej wydajności kwantowej emisji na wyższym poziomie energetycznym. Ponadto pożądane jest, aby materiał wykazywał fonony o niskich energiach, z których energia może być łatwo przekazywana do elektronów. Chłodzenie takie można uzyskać w kryształach domieszkowanych jonami ziem rzadkich takimi jak Iterb (Yb).

W ramach tego wystąpienia zaprezentuję najnowsze wyniki pokazujące optyczne chłodzenie w mikrokryształach domieszkowane jonami  $\text{Yb}^{3+}$ . Dodatkowo pokażę w jaki sposób można mierzyć temperaturę takich mikrokryształów wykorzystując pomiary widna rozpraszania Ramana oraz analizując ich ruch w szczypcach optycznych.

1. Pringsheim, P. Zwei Bemerkungen über den Unterschied von Lumineszenz- und Temperaturstrahlung. *Zeitschrift für Physik* **57**, 739–746 (1929).
2. Epstein, R. I., Buchwald, M. I., Edwards, B. C., Gosnell, T. R. & Mungan, C. E. Observation of laser-induced fluorescent cooling of a solid. *Nature* **377**, 500–503 (1995).
3. Sheik-Bahae, M. & Epstein, R. I. Laser cooling of solids. *Laser Photon. Rev.* **3**, 67–84 (2009).