



Molekulêre films: Ultravinnige strukturele dinamiekameterings van kristalle en tegnologiese ontwikkelings in die ultravinnige wetenskap

Author:
A.B. Smit¹

Affiliation:
¹Department of Physics,
Stellenbosch University,
South Africa

Correspondence to:
A. Smit

Email:
absmit@sun.ac.za

Postal address:
Private Bag X1, Matieland
7602, South Africa

How to cite this abstract:
Smit, A.B., 2014, 'Molekulêre films: Ultravinnige strukturele dinamiekameterings van kristalle en tegnologiese ontwikkelings in die ultravinnige wetenskap', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 33(1), Art. #1209, 1 page. <http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v33i1.1209>

Note:
A selection of conference proceedings: Student Symposium in Science, 07 and 08 November 2013, University of Pretoria, South Africa. Organising committee: Mr Rudi W. Pretorius (Department of Geography, University of South Africa) and Ms Andrea Lombard (Department of Geography, University of South Africa), Dr Hertzog Bisset (South African Nuclear Energy Corporation [NECSA]) and Prof. Philip Crouse (Department of Chemical Engineering, University of Pretoria).

Read online:



Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Molecular movies: Ultrafast measurements on structural dynamics of crystals and technology developments in ultrafast science. Ultrafast science is an exciting physics field, enabling us to observe atoms moving within matter upon photo-excitation. Using electron 'probe' pulses and laser 'pump' pulses, we monitor dynamics in remarkable short time scales (10^{-15} /s) with microscopic precision (10^{-11} /m). We investigate an ultrafast insulator-to-metal transition in TSe₂ and TaSe₂ crystals.

Die ultravinnige wetenskap is 'n goed gevestigde veld in fisika wat insig bied in fotongeïnduseerde dinamiese reaksies binne-in materie. Die merkwaardigste kenmerk van hierdie veld is die tydskaal waarop die dinamika ondersoek kan word. Deur van die sogenaamde pomponderzoek- (*pump-probe*) tegniek gebruik te maak, kan hierdie dinamika op femtosekondetydskale (10^{-15} s) bestudeer word. Ultravinnige elektrondiffraksie (UED) is 'n opwindende aspek van hierdie veld. Dit is 'n kragtige tegniek om na die strukturele femtosekondedynamika van kristalyn materie op molekulêre dimensies ($< 10^{-11}$ m) te kyk. Die uiteindelijke doel van hierdie tegniek is om 'molekulêre films' van atome se beweging binne-in die materie te volg.

UED kombineer twee tegnieke. Eerstens, gebruik dit konvensionele elektrondiffraksie met 'n verandering in die elektronpuls wat foto-elektries met behulp van femtosekondelaser pomppulse gegeneer word. Hierdie gegeneerde femtosekonde-elektrononderzoekpuls word deur 'n monster geskiet en produseer diffraksiepatrone op die detektor. Strukturele molekulêre inligting kan dan uit hierdie diffraksiepatrone ingesamel word. Omdat die elektronstraalpuls baie kort is (~ 500 fs), is hierdie diffraksiepatroon net 'n kiekie (*snapshot*) van die kristal gedurende die blootgestelde tyd.

Tweedens word 'n femtosekondelaser pomppuls gebruik om die monster direk te verlig ten einde die molekulêre dinamika wat ondersoek moet word, te inisieer. Aangesien die laserpomppuls en die onderzoekpuls een elektron uitmekaar van dieselfde laser afkomstig is, kan die tydverskil tussen die twee baie noukeurig beheer word. Hierdie tydverskil kan aangepas word deur die relatiewe padlengte van die pomp- en onderzoekpuls te verander sodat hulle op bepaalde tye arriveer. Op hierdie manier kan ons die tyd bepaal waarop die kiekie geneem word nadat die dinamika geïnisieer is.

Met behulp van UED is verskeie anorganiese kristalle soos TaSe₂ en TaS₂ ondersoek en uitgebreide kennis oor hul dinamiese gedrag bekom. Hierdie kristalle is van belang omdat hulle by 'n drempeltemperatuur 'n drastiese verandering in geleiding toon. Die isolator-tot-metaal-faseoorgang word veroorsaak deur 'n herrangskikking van die elektrondigtheid in die materiaal, wat as 'n digtheid veranderings golf (*charge density wave* [of CDW]) bekend staan. Die CDW veroorsaak op sy beurt 'n strukturele vervorming van die kristalrooster wat deur elektronpuls waargeneem word. Die CDW word vernietig deur energie deur middel van optiese pomppulse in die elektroniese stelsel van die materie te deponer. Die verstoring en herstel van die kristalstruktuur vind plaas in die pikosekondetydraam, wat dan met behulp van hierdie UED-opstelling waargeneem kan word. Deur sulke tydskale te ondersoek, kan lig gewerp word op die fisikabeginsels wat ten grondslag van CDW-formasie lê.

Daar word voorts gefokus op belowende UED-tegnologie-ontwikkeling, soos onder andere 'n streep- (*streak*) kamera en elektronpuls-kompressor. Hierdie tegnieke het al baie belangstelling vanuit die UED-gemeenskap ontlok. Die streepkamera skei die tydelike inligting ruimtelik uit om die tydsduur van die puls te bepaal.

Hierdie elektronpuls-kompressor werk teen die versterkte Coulomb-afstoting om 'n groter aantal elektrone binne 'n puls saam te pers. Deur die aantal elektrone te verhoog, word meer sein binne dieselfde insamelyd versamel, en daarby word die tydelike verbreding van die pomppuls verminder.

Copyright: © 2014. The Authors. Licensee: AOSIS OpenJournals. This work is licensed under the Creative Commons Attribution License.