

Projekt 4.31. Ultraszybkie przemiany strukturalne w materii skondensowanej

Promotor: dr hab. inż. Ryszard Sobierajski, prof. IF PAN

Instytut: IFPAN

Jednostka organizacyjna: SL1.1

Strona www grupy: <http://www.ifpan.edu.pl/SL-1/index.html>

Opis:

Gwałtowny postęp w ostatnich latach w badaniach materii skondensowanej pozbawionej uporządkowania dalekiego zasięgu (np. szkielec, cieczy), stał się możliwy dzięki rozwojowi nowoczesnych technik pomiarowych ultrakrótkich procesów i modelowania dynamiki molekularnej. Jednym z ciekawszych zagadnień jest fundamentalne pytanie, jak można wytwarzać metale i półprzewodniki w postaci szklistej z cieczy przechłodzonej [1]. Główną przeszkodą są zarodkowanie i wzrost faz krystalicznych, których można uniknąć poprzez gwałtowne chłodzenie cieczy [2]. Szczególnie w przypadku metali krytyczna wartość szybkości chłodzenia jest zazwyczaj dużo większa niż dla innych materiałów i może sięgać 10^{13} K/s. Najistotniejszym z punktu widzenia zdolności szklotwórczej jest zakres temperatur odpowiadający maksimum szybkości krystalizacji. Zakres ten, zlokalizowany powyżej temperatury zeszklenia, a tuż poniżej równowagowej temperatury topnienia, pozostaje jak dotychczas stosunkowo słabo poznany. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest krótki czas trwania przemian zachodzących w wysokich temperaturach, który nie pozwala na zastosowanie konwencjonalnych technik eksperymentalnych. Ograniczenie te można pokonać poprzez zastosowanie metody wygrzewania impulsowego (z użyciem femtosekundowych laserów optycznych) [3], połączonej zarówno z charakteryzacją zamrożonych, pośrednich stanów przemiany szkło-kryształ, jak również próbkowaniem z rozdzielczością czasową (eksperymenty typu pump-probe).

1. A. L. Greer, New horizons for glass formation and stability, *Nature Materials* **14**, 542 (2015)
2. R. Zallen 'Fizyka ciał amorficznych' (Wyd. Naukowe PWN 1994)
3. P. Zalden, A. Hoegen, P. Landreman, M. Wuttig, A. Lindenberg, How supercooled liquid phase-change materials crystallize: Snapshots after femtosecond optical excitation, *Chemistry of Materials* **27**, 5641 (2015)

Cel:

Celem projektu jest zbadanie procesu topnienia a następnie zeszklenia i/lub krystalizacji metali i półprzewodników. Badane będą zarówno czyste pierwiastki jak i ich stopy, uformowane w postaci nanostruktur (głównie cienkich warstw). Zmiany struktury atomowej będą wywoływane przez ogrzewanie, z użyciem impulsów laserowych i prądowych, zaś obserwowane będą z wykorzystaniem technik rozpraszania światła widzialnego, promieniowania rentgenowskiego oraz elektronów, za pomocą zarówno aparatury laboratoryjnej dostępnej w IF PAN (mikroskopia optyczna i elektronowa, SEM, TEM) jak i dużej infrastruktury badawczej (np. dyfrakcja rentgenowska z użyciem promieniowania synchrotronowego i laserów na swobodnych elektronach). Praca dyplomanta doprowadzi do uzyskania i analizy danych doświadczalnych kluczowych dla zrozumienia fundamentalnych mechanizmów fizycznych związanych z procesami topnienia i powstawania szkielec.

Wymagania:

Poszukujemy silnie zmotywowanego studenta, posiadającego tytuł magistra fizyki, nauk materiałowych lub pokrewnej dziedziny badań, zainteresowanego głównie pracą doświadczalną. Wcześniejsza praca z laserami impulsowymi i/lub znajomość technik rentgenowskich, w szczególności dyfrakcji rentgenowskiej, będzie dodatkowym atutem. Podstawowe umiejętności programistyczne w środowiskach Matlab lub Python będą bardzo przydatne w prowadzonych badaniach. Dobre umiejętności komunikacyjne w języku angielskim w mowie i piśmie są niezbędne do skutecznej realizacji pracy doktorskiej ze względu na międzynarodową współpracę naukową przy realizacji projektu, w szczególności z naukowcami ze Stanford University, European XFEL czy też Universitaet Duisburg-Essen.