



Kraków, 20 kwietnia 2016

## ***Antymateria pomaga w odkrywaniu tajemnic ciekłych kryształów***

*Chaos typowy dla cząsteczek cieczy, uporządkowanie charakterystyczne dla kryształów. Istnieją stany materii łączące tak przeciwstawne cechy: to ciekłe kryształy. Dzięki ciekawemu użyciu antymaterii, w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie wykazano, że struktury tworzone przez cząsteczki niektórych ciekłych kryształów w rzeczywistości muszą wyglądać inaczej niż dotychczas sądzono.*

Ciekłe kryształy spotykamy w wielu dziedzinach techniki. W przyszłości materiały te, zastosowane np. w charakterze półprzewodników organicznych, mogą się jeszcze upowszechnić. Jednak by było to możliwe, należy wciąż prowadzić badania podstawowe z zastosowaniem różnych technik eksperymentalnych, pozwalających poznać strukturę tych związków i ich dynamikę. W tym celu w krakowskim Instytucie Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN) przeprowadzono nowe doświadczenia nad ciekłymi kryształami w fazie smektycznej E (SmE). Smektyki tego typu są zbudowane z dobrze uporządkowanych i odseparowanych od siebie warstw cząsteczek. Dotychczas uważano, że odległość między poszczególnymi warstwami cząsteczek jest tu bardzo mała. Badania przeprowadzone przez krakowskich fizyków pozwoliły zweryfikować poprawność obecnych modeli i precyzyjnie określić strukturę fazy kryształopodobnej.

„Sięgnęliśmy po ciekawą technikę pomiarową, rzadko stosowaną w przypadku ciekłych kryształów. Metoda wykorzystuje specyficzne właściwości pozytonów, czyli antymaterialnych odpowiedników zwykłych elektronów”, wyjaśnia dr hab. Ewa Dryzek (IFJ PAN).

Pozyton jako antycząstka elektronu ma ładunek dodatni. Gdy pozyton napotyka elektron może dojść do anihilacji, czyli przekształcenia masy obu cząstek w promieniowanie elektromagnetyczne o charakterystycznej energii.

„W świecie zwykłej materii antymateria jest wytwarzana w procesach fizycznych jedynie w śladowych ilościach. My w trakcie naszych pomiarów korzystaliśmy z pozytonów powstających w wyniku rozpadów promieniotwórczych izotopu sodu  $^{22}$ ”, mówi dr Ewa Juszyńska-Gałązka (IFJ PAN).

Pozytony ze źródła radioaktywnego wnikały do badanego materiału, w którym napotykały elektrony. Przed anihilacją para pozyton i elektron może utworzyć egzotyczny atom zwany pozytem. W materii miękkiej, czyli np. w ciekłych kryształach lub polimerach, pozyt może się tworzyć w nanoporach, czyli niewielkich, pustych przestrzeniach między cząsteczkami. Pomiar

jego czasu życia, czyli czasu między emisją pozytonu ze źródła radioaktywnego a anihilacją, pozwala wyznaczyć wielkość tych nanoporów. Im mniejsze nanopory, tym anihilacja zachodzi szybciej.

W trakcie badań w IFJ PAN, zrealizowanych m.in. dzięki wcześniejszej współpracy z grupą dr hab. Bożeny Jasińskiej z Instytutu Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, naświetlano pozytonami związek 4TCB, znany m.in. z tego, że krystalizuje nie ze spadkiem, a ze wzrostem temperatury. Otrzymane wyniki wskazywały, że w badanym materiale tworzy się pozyt. Jednak biorąc pod uwagę obowiązujący model uporządkowania cząsteczek w fazie smektycznej E trudno było wskazać miejsce, w którym mógłby się on zmieścić.

„Z naszych pomiarów wynikało, że pozyt znajduje się w nanoporach o rozmiarach ok. sześciu angstromów, czyli sześciu dziesięciomiliardowych części metra. Wyniki te okazały się spójne z jednym z wariantów nowego modelu budowy smektyków E, który dopiero niedawno został zaproponowany przez grupę prof. Kazuyi Saito z Japonii”, mówi dr Dryzek.

Pomiary potwierdziły, że łańcuchy alkilowe – „ogony” cząsteczek – są w stanie ciekłym, czyli mają taką swobodę ruchów jak w cieczy izotropowej. Warto w tym miejscu wspomnieć, że w cieczach, wskutek oddziaływania z otaczającymi cząsteczkami, pozyt „rozpychając się” sam wytwarza wokół siebie niewielką pustą przestrzeń. Taki układ można sobie wyobrazić jako bąbelek z pozytem w środku.

Japoński model smektyka E, zaproponowany na podstawie badań kalorymetrycznych i dyfrakcyjnych, zakładał, że cząsteczki ciekłego kryształu są ułożone w dwóch warstwach: pierwsza zawiera sztywne pierścienie fenyłowe, druga łańcuchy alkilowe.

„W tym momencie wszystkie informacje zaczęły do siebie pasować! Pozyt może sobie wytworzyć bąbelek w warstwie zawierającej alkilowe ogony, ponieważ są one w stanie ciekłym. Rozmiar tak powstałego bąbelka zgadza się z szerokością warstwy”, mówi dr Dryzek.

Pomiary zależności czasu życia pozytu od temperatury potwierdziły, że w niskich temperaturach (ciekłego azotu) szybko schłodzony 4TCB tworzy szkło, w którym pozyt nie powstaje. Ruchy alkilowych ogonów są zamrożone i pozyt nie może wytworzyć bąbelka. Wraz ze wzrostem temperatury następuje mięknięcie szkła, które można opisać jako powstawanie w materiale domen cieczopodobnych. To właśnie w tych fragmentach zaczyna się tworzyć pozyt.

Spektroskopia anihilacji pozytonów jest stosowana w badaniach materiałowych metali, półprzewodników i polimerów. Wyniki z IFJ PAN udowadniają, że umiejętnie używana, metoda ta może być źródłem bardzo interesujących i szczegółowych informacji także o strukturze ciekłych kryształów.

Instytut Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN) w Krakowie zajmuje się strukturą materii i własnościami oddziaływań fundamentalnych od skali kosmicznej po wnętrza cząstek elementarnych. Wyniki badań – obejmujących fizykę i astrofizykę cząstek, fizykę jądrową i oddziaływań silnych, fazy skondensowanej materii, fizykę medyczną, inżynierię nanomateriałów, geofizykę, biologię radiacyjną i środowiskową, radiochemię, dozymetrię oraz fizykę i ochronę środowiska – są każdego roku przedstawiane w ponad 450 artykułach publikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych. Częścią Instytutu jest nowoczesne Centrum Cyklotronowe Bronowice, unikalny w skali europejskiej ośrodek obok badań naukowych zajmujący się terapią protonową nowotworów. IFJ PAN jest członkiem Krakowskiego Konsorcjum Naukowego „Materia-Energia-Przyszłość” o statusie Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW) na lata 2012-2017. Instytut zatrudnia ponad pół tysiąca pracowników. W klasyfikacji MNiSW Instytut został zaliczony do kategorii naukowej A+ w grupie nauk ścisłych i inżynierskich.

## **KONTAKT:**

dr hab. **Ewa Dryzek**  
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk  
tel. +48 12 6628438, +48 12 6628370  
email: [ewa.dryzek@ifj.edu.pl](mailto:ewa.dryzek@ifj.edu.pl)

dr **Ewa Juszyńska-Gałązka**  
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk  
tel. +48 12 6628234, +48 12 6628140  
email: [ewa.juszyńska@ifj.edu.pl](mailto:ewa.juszyńska@ifj.edu.pl)

## **PRACE NAUKOWE:**

„Positronium formation and annihilation in liquid crystalline smectic E phase revisited”; E. Dryzek, E. Juszyńska-Gałązka; Physical Review E, Vol. 93, Iss. 2, February 2016.

## **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<http://www.ifj.edu.pl/>

Strona Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

<http://press.ifj.edu.pl/>

Serwis prasowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

## **MATERIAŁY GRAFICZNE:**

IFJ160420b\_fot01s.jpg

HR: [http://press.ifj.edu.pl/news/2016/04/20/IFJ160420b\\_fot01.jpg](http://press.ifj.edu.pl/news/2016/04/20/IFJ160420b_fot01.jpg)

Ciekłe kryształy typu SmE mają inną budowę niż dotychczas zakładano, wykazały pomiary z użyciem cząstek antymaterialnych, przeprowadzone w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. Po lewej dotychczasowy model budowy smektyków SmE, po prawej nowy model, z wyraźną szczeliną między warstwami, dostatecznie dużą, by mógł się w niej ulokować pozyton (egzotyczny atom zbudowany z elektronu i pozytonu). (Źródło: IFJ PAN)