

-  **Wnętrze protonu jest maksymalnie splecione**
22 marca, 2022
-  **Wyjątkowo rzadka obserwacja „tenisowych” drgań ołowiu**
22 lutego, 2022
-  **Wysoki poziom sztucznej radioaktywności na lodowcach zaskakuje fizyków**
2 lutego, 2022
-  **GEM upraszcza wewnętrzną budowę protonów oraz przebieg zderzeń z ich udziałem**
16 czerwca, 2021
- Kreacja bez kontaktu w zderzeniach jąder ołowiu i złota**
21 maja, 2021



OLAF - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

Nineteen Eighty-Four :P - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

Szeregowiec - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

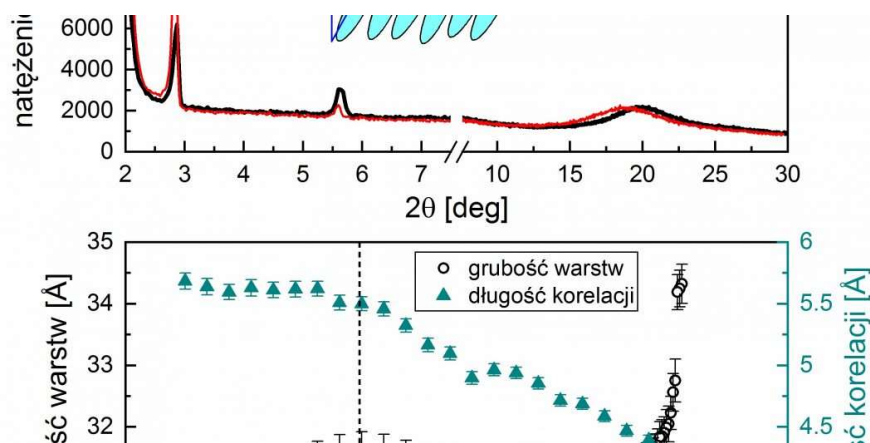
bezprawnik - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

DrugiGarnitur - Polsko-ukraińska współpraca w obszarze technologii kosmicznych i satelitarnych – nowe porozumienie

Ciekłe kryształy wykazują doskonałe zdolności tworzenia szkieł

BY REDAKCJA ON 2 CZERWCA 2022

MATERIAŁY



W większości współczesnych wyświetlaczy ciekłokrystalicznych wykorzystuje się fazę nematyczną, w której cząsteczki zorientowane są średnio w jednym kierunku. Istnieje jednak inna faza ciekłokrystaliczna, mianowicie faza smektyczna CA* o dużym kącie pochylenia cząsteczek, wykazująca właściwości pozwalające na jej szersze zastosowanie w przyszłych modelach wyświetlaczy. Ostatnie badania pokazały, że mieszanina ciekłokrystaliczna oznaczana jako W-1000, znana już wcześniej z bardzo szerokiego zakresu występowania fazy smektycznej CA*, nie ulega krystalizacji. Jest to ważne z aplikacyjnego punktu widzenia, ponieważ krystalizacja uniemożliwia zastosowanie danego materiału w wyświetlaczu. Mieszanina W-1000 nawet podczas bardzo wolnego ochładzania nie ulega krystalizacji, tylko zeszkleniu, co skutkuje otrzymaniem szkła fazy smektycznej CA*. Co więcej, podczas ponownego ogrzewania uprzednio zeszkłonej mieszaniny nie obserwuje się tzw. zimnej krystalizacji, która często zachodzi w przypadku innych szkieł. Ochłodzenie mieszaniny W-1000 nie prowadzi zatem do zniszczenia stanu ciekłokrystalicznego i uporządkowania molekuł w tym stanie. Takie same właściwości odnotowane zostały dla mieszaniny W-356, która jest nową modyfikacją W-1000.

Ciekłe kryształy to jeden z możliwych pośrednich stanów skupienia między kryształem a cieczą. Cząsteczki w ciekłych kryształach mają zdolność płynięcia przy jednoczesnym zachowaniu pewnego uporządkowania. W smektycznych ciekłych kryształach cząsteczki ułożone są w warstwy, co stanowi uporządkowanie quasi-dalekiego zasięgu w jednym kierunku. W najprostszych smektykach cząsteczki w obrębie warstw smektycznych wykazują wyłącznie uporządkowanie bliskozasięgowe i mogą przemieszczać się jak w cieczy. Substancje ciekłokrystaliczne są czułe na obecność zewnętrznego pola elektrycznego, co pozwala na ich zastosowanie w wyświetlaczach. Jeśli odpowiednio dobrany ciekły kryształ jest umieszczony między dwoma skrzyżowanymi polaryzatorami, możliwe jest sterowanie uporządkowaniem molekuł z użyciem pola elektrycznego, co pozwala na zwiększanie lub zmniejszanie transmisji światła przez polaryzatory. Większość obecnych wyświetlaczy jest oparta na fazach nematycznych. Istnieje jednak pewna faza smektyczna, oznaczana jako SmCA*, która w odpowiednich warunkach wykazuje właściwości antyferroelektryczne, tj. trójtabilne przełączanie w polu elektrycznym. Co więcej, jeśli kąt pochylenia molekuł w fazie SmCA* jest bliski lub równy 45° (tzw. ortokoniczna faza SmCA*), to stan ciemny w wyświetlaczu opartym na tej fazie odznacza się bardzo wysoką jakością.

Materiały używane w wyświetlaczach powinny pozostawać w stanie ciekłokrystalicznym w jak najszerszym zakresie temperatury obejmującym temperaturę pokojową, a to dlatego, że w stanie krystalicznym przełączanie cząsteczek w polu elektrycznym już nie zachodzi. Ciekłe kryształy do zastosowań w wyświetlaczach to zawsze mieszaniny, ponieważ ich temperatura topnienia jest niższa niż w przypadku czystych składników, co pozwala na uzyskanie

szerszego zakresu stabilności fazy ciekłokrystalicznej. Mieszanina W-1000, otrzymana w Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, jest mieszaniną eutektyczną dwóch chiralnych, fluorowanych związków. W-1000 i jej modyfikacje znane są z wyjątkowo szerokiego zakresu występowania fazy SmCA* o wysokim kącie pochylenia.

„Właściwości mieszaniny W-1000 były dokładnie zbadane w poprzednich latach, lecz dotyczyły temperatur powyżej -23°C . Moim celem było sprawdzić, co dzieje się w jeszcze niższych temperaturach, a w szczególności zaobserwować przejście szkliste fazy SmCA*. Byłam pewna, że W-1000 tworzy szkło fazy SmCA*, ponieważ w swojej pracy doktorskiej wykazałam, że jeden z jej składników wykazuje tę właściwość”, mówi dr Aleksandra Deptuch z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN. „W badaniach zastosowaliśmy kilka metod komplementarnych. Pomiary z użyciem mikroskopii polaryzacyjnej, różnicowej kalorymetrii skaningowej i spektroskopii dielektrycznej zostały przeprowadzone w moim instytucie, natomiast pomiary z wykorzystaniem dyfrakcji rentgenowskiej oraz pomiary elektro-optyczne wykonano w Instytucie Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego UJ. Dodatkowo zastosowaliśmy obliczenia DFT, przeprowadzone na klastrze Prometheus z Akademickiego Centrum Komputerowego Cyfronet AGH. Wraz z mieszaniną W-1000 zbadaliśmy również jej pochodną oznaczoną jako W-356. Wyniki naszej pracy zostały niedawno opublikowane w czasopiśmie Physical Review E.”

Wyniki dyfrakcji rentgenowskiej dla mieszaniny W-1000. Górny panel: dyfraktogramy rentgenowskie W-1000 w zeszkłonej fazie SmCA* w -123°C oraz w fazie SmCA* po 10-tygodniowym przechowywaniu w temperaturze pokojowej. Obok dyfraktogramów przedstawiono schemat uporządkowania cząsteczek w fazie SmCA*. Kąt pochylenia molekuła ma przeciwny zwrot w sąsiednich warstwach. Uporządkowanie pozycyjne wewnątrz warstw smektycznych jest wyłącznie bliskiego zasięgu, jak w cieczach. Dolny panel: grubość warstw smektycznych oraz długość korelacji uporządkowania bliskiego zasięgu wewnątrz warstw w funkcji temperatury, wyznaczone na podstawie dyfraktogramów rentgenowskich W-1000. Zależność temperaturowa obu parametrów zmienia się poniżej temperatury zeszklenia, zaznaczonej pionową przerywaną linią. (Źródło: IFJ PAN)

Tak jak przypuszczano, W-1000 i W-356 łatwo tworzą szkło fazy SmCA*, z temperaturą zeszklenia odpowiednio -44°C and -41°C . W-356 wykazuje nieco inne właściwości elektro-optyczne i strukturalne niż W-1000, lecz ich zachowanie w stanie szklistym jest podobne. Metodą dyfrakcji rentgenowskiej wyznaczono grubość warstw smektycznych oraz zasięg uporządkowania bliskiego zasięgu (tzw. długość korelacji) wewnątrz warstw. Wykazano, że uporządkowanie bliskozasięgowe ulega „zamrożeniu” w zeszkłonej fazie SmCA*, co uwiadczało się w przybliżeniu stałej długości korelacji poniżej temperatury zeszklenia. Inaczej było w przypadku uporządkowania warstwowego, które okazało się ulegać zmianie także w fazie szklistym. Wraz z obniżaniem temperatury stwierdzono powolne zmniejszanie grubości warstw smektycznych i większe odstępstwo rozkładu gęstości elektronowej od zależności sinusoidalnej w kierunku prostopadłym do warstw. Wyniki spektroskopii dielektrycznej pokazały, że procesy relaksacyjne w obu mieszaninach są podobne. Parametr kruchości dla W-1000 i W-356 wynosi odpowiednio 79 i 73, co zalicza je do szkiele o pośredniej kruchości (wartości eksperymentalne są w granicach 16-200). Wspomniany parametr kruchości nie odnosi się do właściwości mechanicznych, ale opisuje zależność temperaturową jednego z czasów relaksacji, powiązanego z przejściem szklistym. Przypuszcza się, że substancje o niższym parametrze kruchości trudniej ulegają krystalizacji.

„Mój początkowy plan zakładał zbadanie kinetyki zimnej krystalizacji mieszanin W-1000 i W-356. Zdarza się często, że substancja ulegająca zeszkleniu podczas ochładzania krystalizuje po ponownym ogrzaniu powyżej temperatury przejścia szklistego. Tymczasem dla badanych mieszanin nie zaobserwowałam żadnych oznak krystalizacji nawet przy powolnym ogrzewaniu”, mówi dr Deptuch. „Jest to jeszcze lepszy wynik, niż przypuszczałam, ponieważ gdyby te mieszaniny były wykorzystane w wyświetlaczu, to przypadkowe narażenie go na niską temperaturę i ponowne ogrzanie nie zapoczątkowałyby procesu krystalizacji. W zeszkłonej fazie smektycznej przełączanie molekuł jest również zatrzymane, jednak po ponownym ogrzaniu powyżej temperatury przejścia szklistego sytuacja w próbce jest taka sama, jak przed ochłodzeniem, więc wyświetlacz nie ulega uszkodzeniu. Tymczasem w przypadku uformowania się fazy krystalicznej doszłoby do zniszczenia wymaganego uporządkowania molekuł w fazie smektycznej, przez co nawet po stopieniu kryształu wyświetlacz prawdopodobnie nie mógłby już prawidłowo funkcjonować.”

Aby potwierdzić stabilność fazy SmCA* w temperaturze pokojowej po ogrzaniu ze stanu szklistego, próbki W-1000 i W-356 użyte w pomiarze metodą dyfrakcji rentgenowskiej były przechowywane w tej temperaturze przez 10 tygodni. Po tym czasie ponownie zebrano ich dyfraktogramy, które wykazały, że obie mieszaniny pozostały w fazie SmCA* bez żadnych oznak krystalizacji, co oznacza, że stanowią one dobry materiał bazowy dla przyszłych mieszanin do wykorzystania w wyświetlaczach. Samo zeszklenie fazy SmCA* stanowi otwarty temat. Zmiany strukturalne powyżej i poniżej temperatury zeszklenia powinny zostać przebadane również dla innych mieszanin i czystych związków, by sprawdzić, czy jest to uniwersalne zachowanie. Szkło fazy SmCA* ma anizotropowe właściwości dzięki częściowemu uporządkowaniu cząsteczek i dla jego zastosowań w temperaturze pokojowej potrzebne będą materiały o wyższej temperaturze zeszklenia niż W-1000 i W-356. Stanowi to impuls do testowania innych modyfikacji W-1000 pod kątem zeszklenia.

(IFJ PAN)

Instytut Fizyki Jądrowej

◀ PREVIOUS ARTICLE

Polsko-ukraińska współpraca w obszarze technologii kosmicznych i satelitarnych – nowe porozumienie

NEXT ARTICLE ▶

Początek misji Shenzhou-14

RELATED POSTS

- 22 MARCA 2022 0

Wnętrze protonu jest maksymalnie splątane
- 22 LUTEGO 2022 0

Wyjątkowo rzadka obserwacja „tenisowych” drgań ołowiu
- 2 LUTEGO 2022 0

Wysoki poziom sztucznej radioaktywności na lodowcach zaskakuje fizyków

LEAVE A REPLY

Your Comment

Your Name

Your Email

Your Website

POST COMMENT

KOSMONAUTA.NET

Od 2009 roku największy polskojęzyczny portal o astronautyce, przemyśle kosmicznym i badaniach przestrzeni kosmicznej.

Kosmonauta.net jest marką Blue Dot Solutions.

NAJNOWSZE KOMENTARZE

OLAF - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

Nineteen Eighty-Four :P - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

Szeregowiec - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

bezprawnik - Studenci AGH na podium w międzynarodowych zawodach w USA

Copyright © 2009-2021 Blue Dot Solutions. Powered by WordPress.