

Przejścia fazowe w ciekłych kryształach obserwowane pod mikroskopem polaryzacyjnym



Oliwia Czarnik, pod kierunkiem dr Teresy Jaworskiej-Gołąb
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ

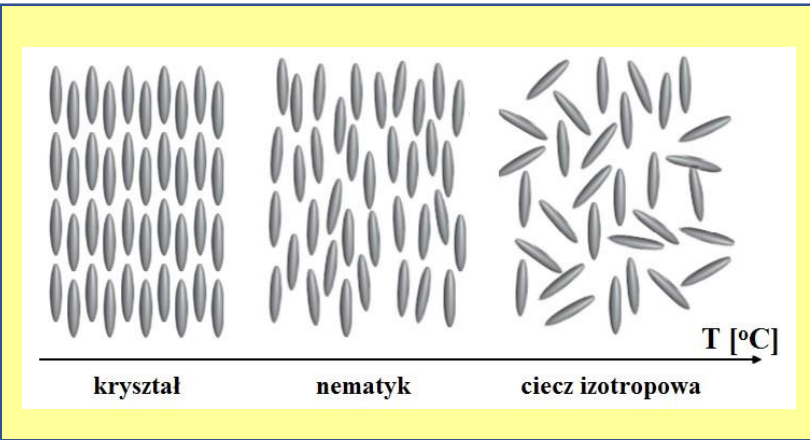
MOTYWACJA

Ciekłe kryształy znajdują szerokie zastosowanie przy wytwarzaniu ekranów, jednakże to nie jedyna ich funkcja. Coraz częściej wykorzystuje się je w badaniach biomedycznych. Przykładowo ciekłe kryształy służą do obrazowania pola temperatury na powierzchni skóry pacjenta. Ułatwia to wykrywanie procesów patologicznych powodujących nieprawidłowości rozkładu temperatury. Istnieją nawet metody wykorzystujące ciekłe kryształy do lokalizacji i diagnostyki nowotworów^[1]. Ciekłe kryształy są także używane jako detektory włókien białkowych zaangażowanych w rozwój chorób neurodegeneracyjnych. Dzięki temu zastosowaniu możliwe jest wczesne wykrywanie chorób takich jak: Alzheimer, Parkinson, czy też cukrzyca typu drugiego^[2].

WPROWADZENIE

Ciekłe kryształy zaczęto badać pod koniec XIX wieku, po tym jak przy ogrzewaniu benzoesu cholesterolu okazało się, że pomiędzy kryształem, a cieczą istnieje dodatkowy stan materii. Dalsze badania pokazały, że w przypadku niektórych substancji kryształ przechodzi w ciecz w procesie dwuetapowym. Fazę pośrednią pomiędzy kryształem, a cieczą nazwano właśnie fazą ciekłokrystaliczną. Wyróżnia się ciekłe kryształy termotropowe oraz liotropowe. W ciekłych kryształach termotropowych czynnikiem prowadzącym do zmiany fazy jest temperatura, natomiast w ciekłych kryształach liotropowych faza ciekłokrystaliczna jest generowana poprzez rozpuszczanie cząsteczek mających tendencję do tworzenia mezofazy w rozpuszczalniku. Ciekłe kryształy badano za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego, który wykorzystując polaryzację światła umożliwia obserwację poszczególnych tekstur ciekłokrystalicznych. Zasada działania mikroskopu polaryzacyjnego opiera się na zjawisku dwójłomności badanej substancji. Dwójłomność substancji powoduje zmianę stanu polaryzacji, dzięki czemu światło przechodzi przez układ pomimo tego, że polaryzator i analizator są skrócone względem siebie o 90°. Obok przedstawiono ułożenie molekuł w poszczególnych fazach^[3]:

Prowadzone są badania mające na celu wykorzystanie ciekłych kryształów jako rewolucyjnego rodzaju biosensorów. Takie zastosowanie ciekłych kryształów ma umożliwić stworzenie sensorów wrażliwych na konkretne białka lub wirusy^[4].



OPIS EKSPERYMENTU

Pomiary wykonano dla dwóch próbek prętopodobnych z szeregu homologicznego tiobenzoesanów: 10OS5 oraz 8OS5. Badane próbki umieszczone były pomiędzy dwoma szkiełkami. Wykorzystano metodę mikroskopii polaryzacyjnej. Do ogrzewania i chłodzenia próbek użyto przystawki temperaturowej. Zdjęcia poszczególnych faz ciekłokrystalicznych otrzymano dzięki kamerze cyfrowej, w którą wyposażony był mikroskop. Na rysunku przedstawiono schemat mikroskopu polaryzacyjnego^[5].

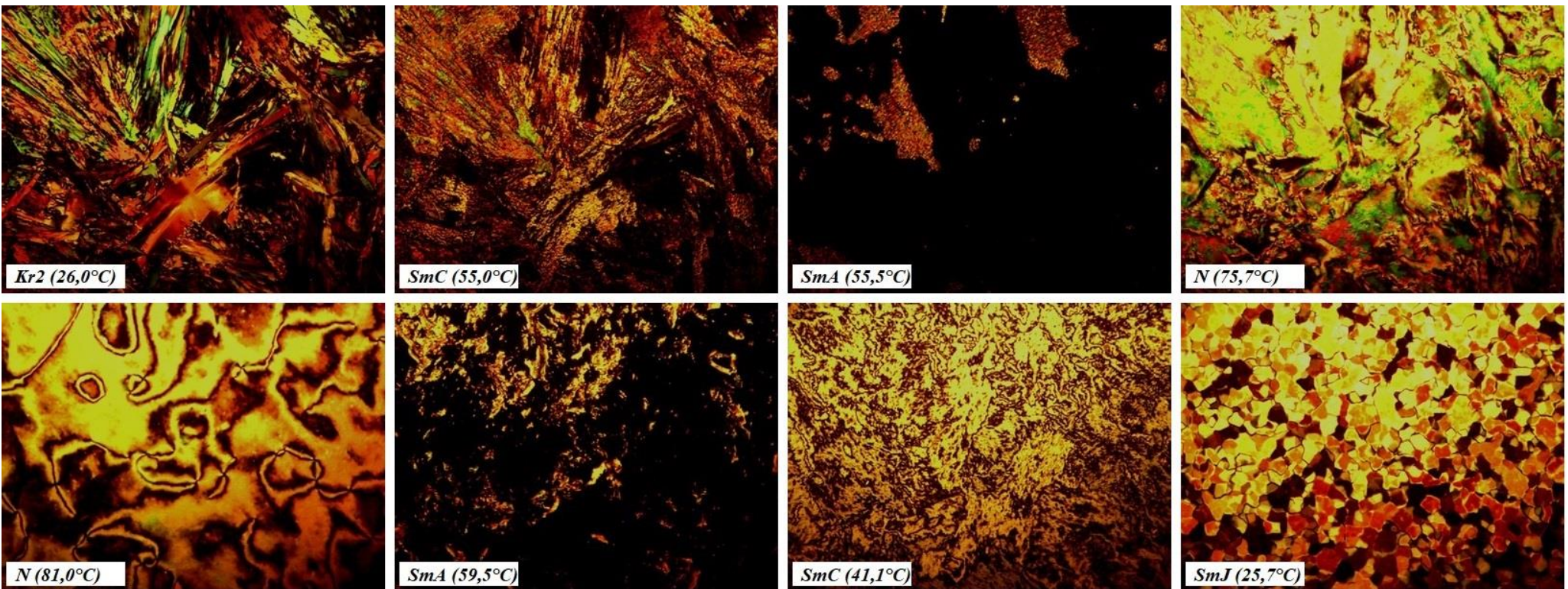


LITERATURA

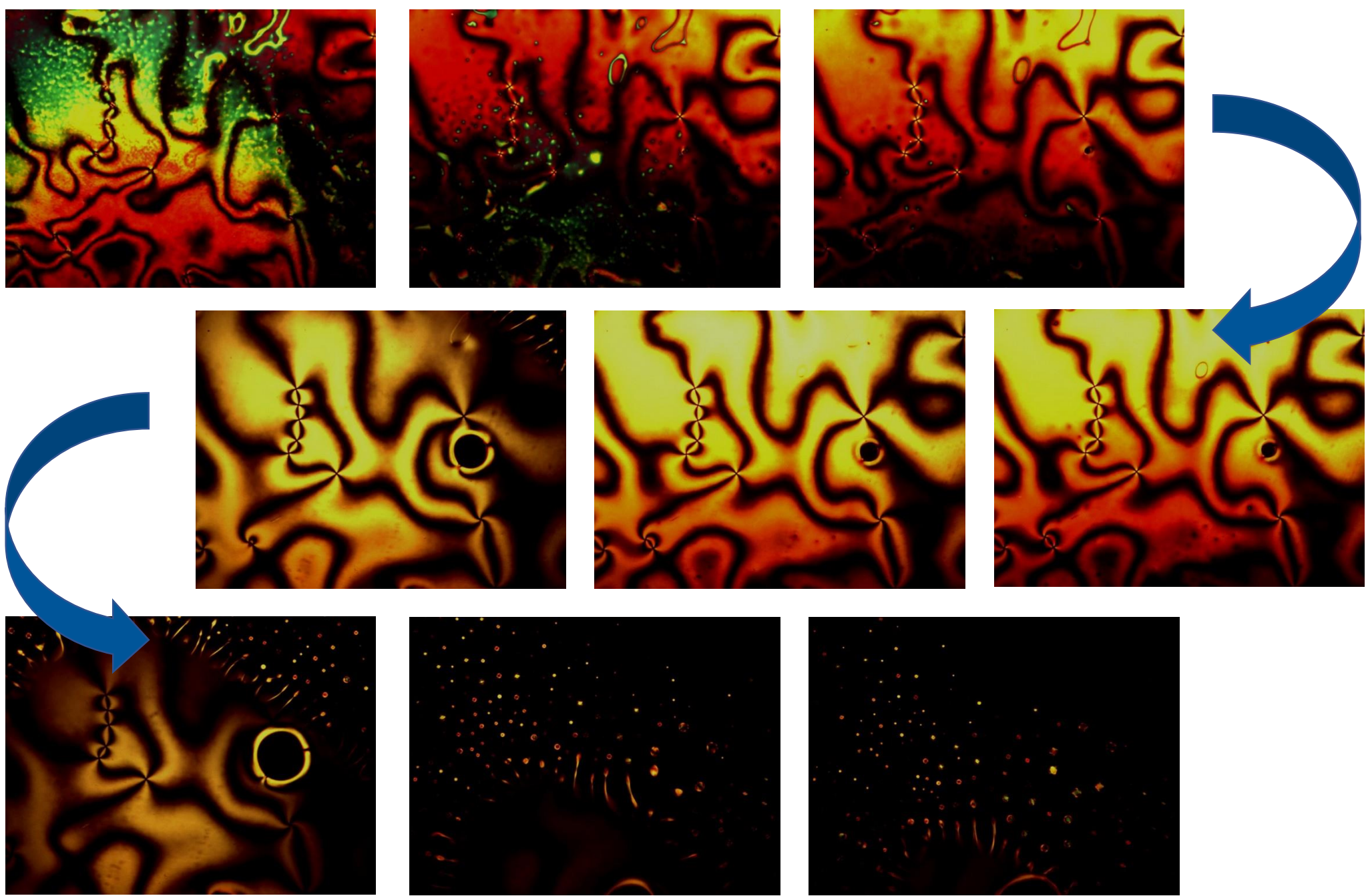
[1] K. Dobrosz-Teperek, B. Dasiewicz: *Natura i zastosowanie związków ciekłokrystalicznych*.
[2] Kamal Kumar Chaudhary, Pooja Kannoja, Nidhi Mishra: *Liquid Crystal Systems in Drug Delivery*.
[3] Gregory P. Crawford, Scott J. Woltman: *Liquid Crystals: A Unique Phase of Matter*.
[4] MNIBS Wynik w skrócie, Project ID: 16375
[5] http://www.edupedia.pl/words/index/show/532888_slownik_fizycznymikroskop_polaryzacyjny.html
[6] A. Deptuch: *Badania struktury faz krystalicznych i ciekłokrystalicznych związków z szeregu homologicznego nOS5 metodami komplementarnymi* (praca magisterska).

WYNIKI

Podczas ogrzewania i chłodzenia próbki 8OS5 otrzymano tekstury, dzięki którym możliwa była identyfikacja temperatur przejść fazowych.



Poniżej przedstawiono tekstury otrzymane podczas przejścia z fazy nematycznej do cieczy izotropowej.



Analogiczne pomiary wykonano także dla próbki 10OS5. Poniższa tabela przedstawia temperatury przejść fazowych przy ogrzewaniu i chłodzeniu próbek 8OS5 i 10OS5.

		Temperatury przejść fazowych [°C]								
8OS5	ogrzewanie					chłodzenie				
	Kr2→SmC	SmC→SmA	SmA→N	N→Iz	Iz→N	N→SmA	SmA→SmC	SmC→SmJ	-	-
	*	54,5	55,4	64,5	83,4	83,3	62,0	49,6	27,3	-
10OS5	ogrzewanie					chłodzenie				
	Kr2→SmC	SmC→SmA	SmA→N	N→Iz	Iz→N	N→SmA	SmA→SmC	SmC→SmJ	SmJ→SmE	-
	*	65,0	80,5	82,1	86,0	84,3	80,2	66,8	49,8	41,3
	**	65,3	-	81,3	87,3	85,1	79,5	62,0	46,6	38,9

* – wyniki uzyskane przeze mnie; ** – wyniki uzyskane przez mgr Aleksandrę Deptuch^[6]

PODSUMOWANIE

Ciekłe kryształy cechują się bogatym polimorfizmem. Przejścia fazowe, prowadząc do zmian ułożenia długich molekuł, prowadzą do zmian własności optycznych. W konsekwencji umożliwia to obserwacje tekstur charakterystycznych dla poszczególnych mezofaz oraz wyznaczenie temperatur przejść fazowych. Temperatury dla próbki 8OS5 są około 5-10°C wyższe od wartości uzyskanych przez mgr Aleksandrę Deptuch^[6]. Z kolei różnice pomiędzy wynikami dla próbki 10OS5 mieszczą się w granicach 3°C. Wraz ze wzrostem długości łańcuchów węglowych rośnie liczba faz ciekłokrystalicznych.

PODZIĘKOWANIE Serdecznie dziękuję dr hab. Monice Marzec za pomoc i cenne wskazówki podczas wykonywania plakatu.