

Wpływ orientacji molekuł nematycznych ciekłych kryształów na nieliniową propagację wiązek Airy

M. Kwaśny[†], D.F. Hertzsch, A. B. Mazur, U. A. Laudyn

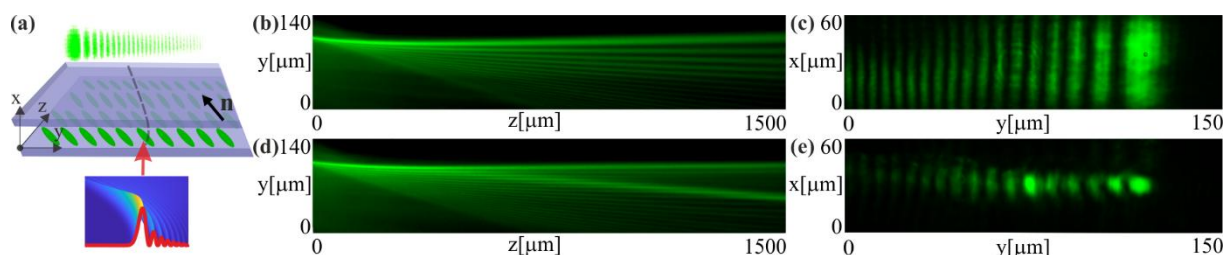
Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska, Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

[†]email: michal.kwasny@pw.edu.pl

Wiązki Airy reprezentują pierwszą eksperymentalnie zaobserwowaną klasę samoprzyspieszających fal optycznych [1], których ich istnienie zostało przewidziane na gruncie mechaniki kwantowej [2]. Ulegają one poszerzaniu dyfrakcyjnemu w trakcie propagacji, zachowując swój charakterystyczny rozkład natężenia na odległościach rzędu kilkunastu odległości Rayleigh'a, dla parametru związanego z szerokością odpowiadającej wiązce gaussowskiej.

W ramach przeprowadzonych badań eksperymentalnych zostaną zaprezentowane wyniki dotyczące nieliniowej propagacji jednowymiarowych wiązek Airy z wykorzystaniem nieliniowości reorientacyjnej, która jest charakterystycznym mechanizmem nieliniowości dla nematycznych ciekłych kryształów (NCK). Badania zostały przeprowadzone w komórkach ciekłokrystalicznych wypełnionych NCK 903, charakteryzującym się wartością dwójłomności $\Delta n \cong 0.08$ dla fali o długości $\lambda = 532\text{nm}$, zgodnie z konfiguracją przedstawioną schematycznie na rysunku 1(a). W przypadku liniowym, dla mocy optycznej $P = 1\text{mW}$, niewywołującej efektów nieliniowych, wiązka Airy propaguje się wzdłuż parabolicznej trajektorii, zachowując charakterystyczny rozkład natężenia, zarejestrowany w płaszczyźnie yz – rysunek (1b), jak również w płaszczyźnie xy , będącej płaszczyzną wyjściową komórki ciekłokrystalicznej – rysunek (1c). W przypadku większych natężeń wiązki, wskutek nieliniowej reorientacji molekuł, następuje ogniskowanie wiązki oraz generacja solitonu przestrzennego (ang. *off-shooting soliton*, OSS) – przedstawione na rysunkach 1(d,e) dla mocy optycznej $P = 20\text{mW}$. Na podstawie przeprowadzonej analizy wykazane zostało, że kierunek propagacji OSS jest w bardzo silnym stopniu zależny od mocy optycznej [3]. Ponadto, na zmianę kierunku propagacji solitonu przestrzennego ma wpływ również początkowy kierunek uporządkowania molekuł NCK. Obydwa zjawiska mogą się wzajemnie wzmacniać bądź kompensować.

Przeprowadzone badania eksperymentalne mają na celu lepsze zrozumienie zachowania wiązki Airy'ego w nieliniowych ośrodkach optycznych, których głównym mechanizmem nieliniowości jest zjawisko reorientacji molekuł wywołane polem optycznym o dużym natężeniu, oraz możliwości wykorzystania wiązek Airy w zaawansowanych strukturach fonicznych.



Rysunek 1: Propagacja wiązki Airy w nematycznym ciekłym kryształ: (a) schematycznie przedstawiona konfiguracja molekuł CK w komórce ciekłokrystalicznej, wraz z zaznaczeniem miejsca wprowadzenia wiązki; (b,c) propagacja wiązki Airy w przypadku liniowym ($P = 1\text{mW}$) oraz (d,e) propagacja wiązki solitonowej dla mocy wiązki $P = 20\text{mW}$ – widok w płaszczyźnie (b,d) yz oraz (c,e) xz , (dla $z = 1500\mu\text{m}$).

Podziękowania i źródła finansowania

Badania były finansowane przez (POB Technologie foniczne) ze środków Politechniki Warszawskiej w ramach Programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (IDUB).

Literatura

- [1] G. A. Siviloglou, J. Broky, A. Dogariu, D. N. Christodoulides, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 213901 (2007).
- [2] M. V. Berry, N. L. Balazs, *Am. J. Phys.* **47**, 264 (1979).
- [3] M. Kwaśny, D. F. Hertzsch, U. A. Laudyn, *Opt. Lett.* **49**, 5905-5908 (2024).