

Optyczny eksperyment Sterna-Gerlacha i doświadczenie Younga w przestrzeni odwrotnej

2021-11-03

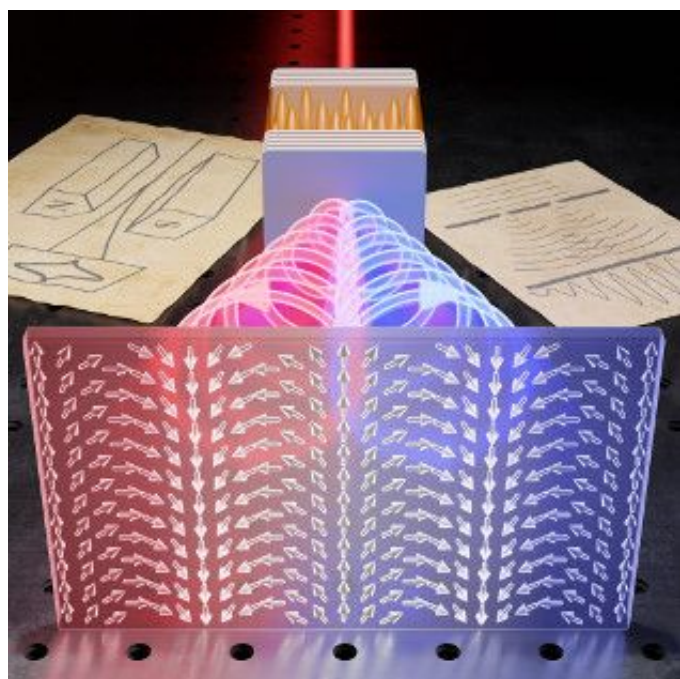


Fig. Mateusz Król

Doświadczenie Younga sprzed prawie 220 lat, pokazuje, że światło wychodzące dwiema szczelinami tworzy obraz złożony z wielu powtórzonych prążków (tzw. obraz interferencyjny). Im bliżej siebie są szczeliny, tym dalej od siebie są prążki. W ten sposób dwie szczeliny przekształcają przestrzeń położzeń w tzw. przestrzeń odwrotną – czyli przestrzeń kierunków. Zmiana odległości pomiędzy szczelinami zmienia kąt (kierunek) pod jakim na szczelinach ugina się światło. Od 1801 r. doświadczenie Younga zostało powtórzone nie tylko przy użyciu fotonów, ale i elektronów, atomów a nawet dużych molekuł. Okazuje się, że podobny eksperyment można przeprowadzić w przestrzeni kierunków, (czyli odwrotnej) – wtedy wiązki wychodzące z dwóch kierunków również powinny dać okresowy wzór w przestrzeni.

W artykule opublikowanym w Physical Review Letters naukowcy z UW, WAT, IF PAN i Uniwersytetu w Southampton (UK) po raz pierwszy zademonstrowali eksperyment Younga z użyciem światła w przestrzeni odwrotnej. W tym celu wytworzono specjalną mikrownękę optyczną wypełnioną ciekłym kryształem. Mikrownęka to dwa doskonałe lustra położone tak blisko siebie, żeby wewnątrz powstała stojąca fala elektromagnetyczna. Za pomocą pola elektrycznego molekuly ciekłego kryształu obrócono w taki sposób, że światło przechodzące przez wnękę zmieniało swoją polaryzację z liniowej na dwie kołowe: prawo- i lewo- skrętną, przy czym obie polaryzacje kołowe rozchodziły się w nieco innych kierunkach. Przypominało to doświadczenie Younga – tym razem jednak rolę szczelin odgrywały dwa

wyróżnione kierunki światła w „przestrzeni odwrotnej”. Na powierzchni próbki – czyli w „przestrzeni położeń” – zaobserwowano wzór interferencyjny polaryzacji światła złożony z równoległych pasków o jednakowej polaryzacji liniowej. Wcześniej podobne zjawisko zaobserwowano dla elektronów – modulacja polaryzacji spinów elektronów w przestrzeni prowadziła do powstania tzw. trwałej helisy spinowej (ang. persistent spin helix). Opis matematyczny takiej helisy dla spinu elektronów i dla polaryzacji światła jest taki sam. Naukowcy zinterpretowali to zjawisko jako klasyczne splątanie stopni swobody – kierunku i polaryzacji światła.

Stwierdzenie, że mikrownęka optyczna z ciekłym kryształem w pewnym sensie rozdziela spin światła – przy czym rolę spinu odgrywa polaryzacja kołowa – niemal zbiegło się z setną rocznicą odkrycia spinu w słynnym doświadczeniu Sterna i Gerlacha z 1922 r. W jednej pracy została więc zaobserwowana analogia optyczna dwóch fundamentalnych doświadczeń mechaniki kwantowej. Praca została wyróżniona przez redaktora Physical Review Letters i znajduje się prestiżowej grupie artykułów „PRL Editors' Suggestion”.

Badania prowadzone są w grupie polaritonowej na Wydziale Fizyki UW prowadzonej wspólnie przez prof. Jacka Szczytko i prof. Barbarę Piętkę we współpracy z Wojskową Akademią Techniczną, Instytutem Fizyki PAN i Uniwersytetem w Southampton. Pierwszymi autorami są Mateusz Król i Katarzyna Rechcińska z Wydziału Fizyki UW.

<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.127.190401> (Open Access)

Kontakt: Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Praca była współfinansowana przez Narodowe Centrum Nauki oraz projekt „TopoLight” wyłoniony w konkursie European Innovation Council (EIC) Future and Emerging Technologies (FET-Open) H2020, którego koordynatorem jest Wydział Fizyki UW. Dostęp Open Access do publikacji dzięki wsparciu IDUB UW.