

Aby flet wydawał czysty dźwięk flecista musi wdmuchiwać powietrze z określoną siłą i w określony sposób, którego uczy się przez wiele lat swojej kariery muzycznej. Gdyby flecista chciał zagrać na flecie głośniejsze niż gra zwykle, dźwięk straciłby swoją czystość. Wzbudziłby w ten sposób inne tony zakłócające czysty dźwięk. Częstotliwość dźwięku fletu można matematycznie określić za pomocą równania falowego opisującego drganie cząstek powietrza wewnątrz fletu. Bardzo podobne równanie opisuje częstotliwości fal elektromagnetycznych rezonujących w laserze. Stąd podobne zachowanie fletu i lasera. Gdy laser jest pobudzany nieznaczną energią elektryczną emituje promieniowanie elektromagnetyczne o jednej określonej częstotliwości. Gdy pobudzany jest silniej, tak aby uzyskać większą emitowaną moc optyczną, zaczynają rezonować inne częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego sprawiając, że spektrum emisyjne lasera ulega poszerzeniu, co można porównać do fałszywego dźwięku wydobywającego się z fletu. W praktyce poszerzenie widma emisyjnego lasera ogranicza zakres jego zastosowań.

W przypadku laserów półprzewodnikowych o emisji krawędziowej za pomocą znanych metod strukturyzacji laserów można uzyskać pojedyncze mody rezonansowe w podłużnym i pionowym kierunku lasera, natomiast ciągle wyzwaniem pozostaje uzyskanie modu pojedynczego w kierunku poprzecznym, który pozwoliłby jednocześnie uzyskać dużą emitowaną moc optyczną.

W tym projekcie proponujemy zaadoptowanie teorii supersymetrii (SUSY) w kontekście wykorzystania jej w konfiguracjach laserów azotkowych. Teoria SUSY umożliwia poszerzenie grzbietu lasera i jednocześnie zachowanie emisji jednomodowej, co przyczyni się do zwiększenia emitowanej mocy optycznej i wysokiej jakości wiązki laserowej emitowanej przez laser zasilany elektrycznie. Projekt składa się z trzech głównych celów naukowych. Dwa pierwsze związane są z zaprojektowaniem i realizacją nowego typu laserów SUSY działających w reżimie impulsowym oraz z falą ciągłą. Oba cele wymagają różnych konstrukcji laserów SUSY, które będą badane w ramach projektu. Trzeci cel jest związany z eksperymentalną charakterystyką laserów SUSY i dogłębnym badaniem zjawisk fizycznych odpowiedzialnych za stabilną pracę w trybie jednomodowym.

Ta nowa konfiguracja elektrycznie zasilanego lasera, która nigdy nie była badana eksperymentalnie ani teoretycznie, jest fascynującym przykładem fizyki niehermitowskiej, która niesie ze sobą nadzieję poprawy właściwości emisyjnych nie tylko konfiguracji rozpatrywanej w projekcie, ale także innych laserów o emisji krawędziowej realizowanych we wszystkich półprzewodnikowych układach materiałowych, jak również laserów z pionową wnęką rezonansową, laserów światłowodowych, itp. Dlatego w tym projekcie skupiamy się nie tylko na poprawie właściwości azotkowych laserów krawędziowych, ale także na głębokim zrozumieniu fundamentalnych zjawisk fizycznych zachodzących w laserach SUSY dotyczących roli punktów wyjątkowych i łamania symetrii parzystości-czasu, które spodziewamy się, iż mogą odgrywać kluczową rolę w zrozumieniu działania nowego typu laserów.