

DỰ ÁN:

NGHIÊN CỨU CÁC HIỆU ỨNG LƯỢNG TỬ TƯƠNG ĐỔI TÍNH TRONG HỆ ỐNG DẪN SÓNG NHỊ NGUYÊN

Tổ chức chủ trì: Học viện Kỹ thuật Quân sự

Chủ nhiệm dự án: PGS.TS. Trần Xuân Trường

MÃ SỐ

VINIF.2021.DA001

TÓM TẮT VỀ DỰ ÁN

Dự án nghiên cứu mô phỏng ba hiệu ứng cơ bản sau trong Cơ học lượng tử tương đối tính thông qua các hiệu ứng quang học trong hệ ống dẫn sóng nhị nguyên (binary waveguide array - BWA):

Hiệu ứng tạo và triệt tiêu cặp hạt-phản hạt, ví dụ cặp electron-positron

Hiệu ứng xuyên đường hầm Klein qua bậc thế và rào thế,

Cấu trúc tô-pô Jackiw-Rebbi.

Đồng thời, dự án cũng nghiên cứu đặc tính của một loại soliton hoàn toàn mới do nhóm nghiên cứu đã phát hiện thấy trong hệ ống dẫn sóng nhị nguyên.

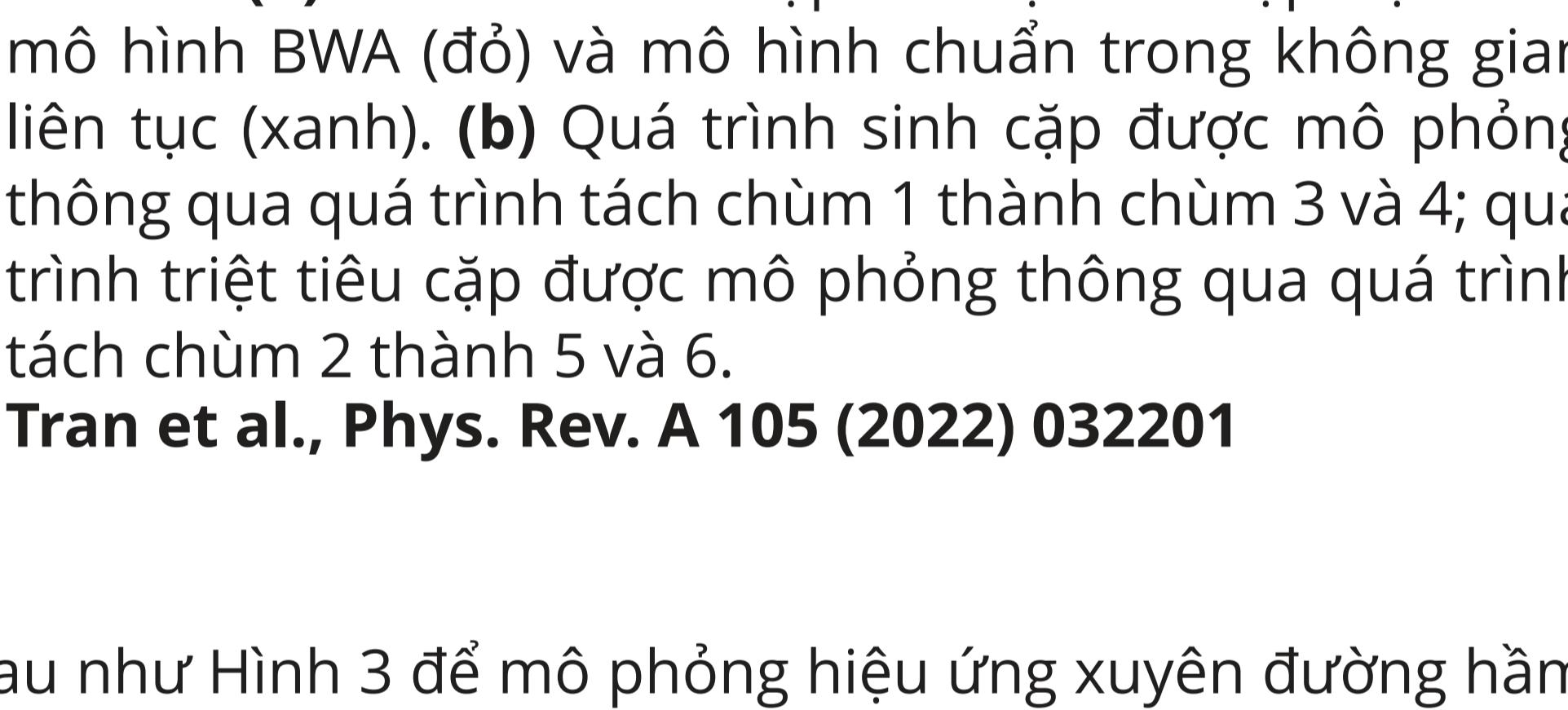
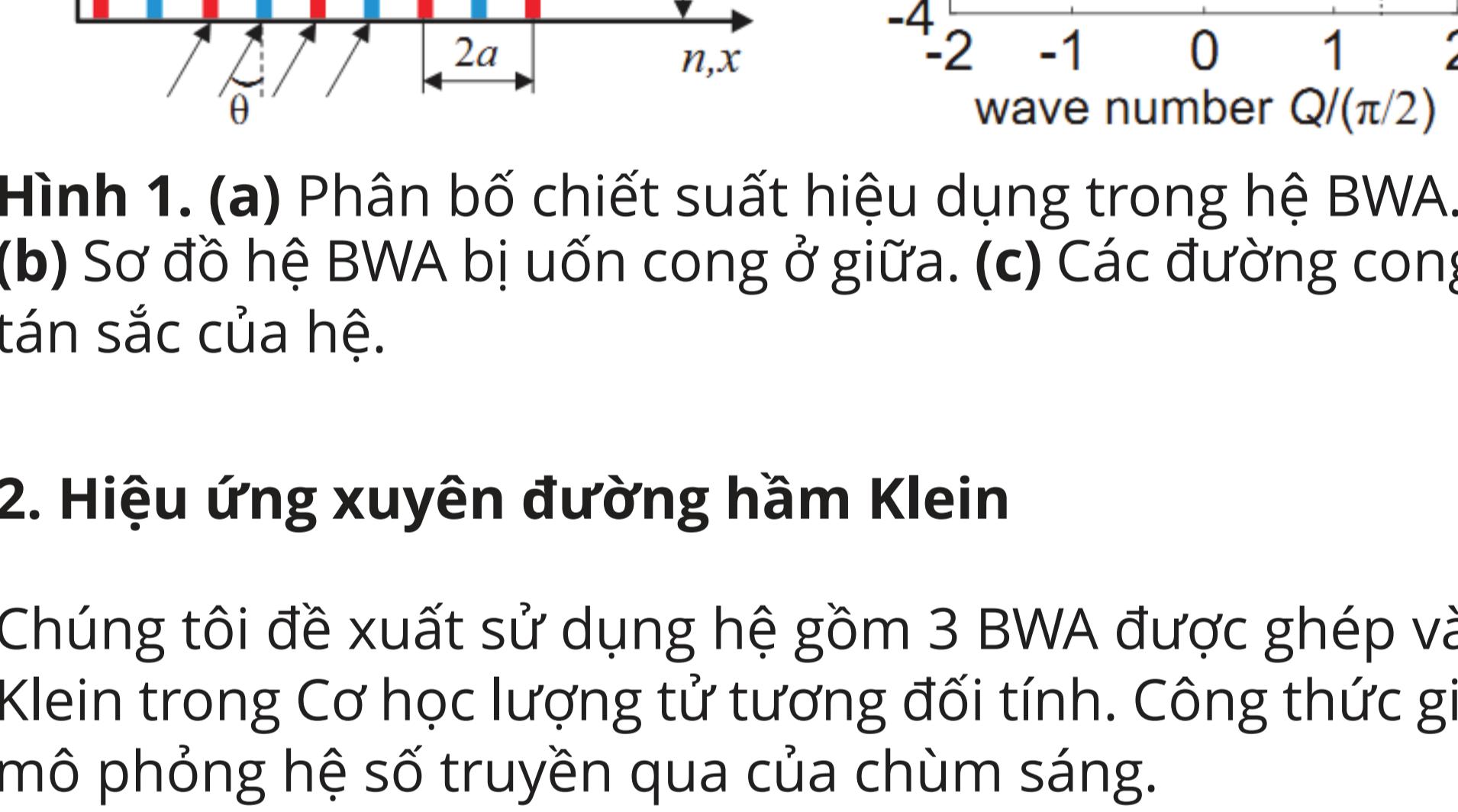
Những hiệu ứng cơ bản trên đều được mô tả bởi phương trình Dirac. Phương trình Dirac có tính đến yếu tố tương đối tính nên tổng quát và chính xác hơn phương trình Schrodinger. Phương trình Dirac là phương trình cơ bản trong Cơ học lượng tử tương đối tính, Động điện học lượng tử và rộng hơn là Lý thuyết trường lượng tử. Nhoài ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu cơ bản về những hiệu ứng lượng tử nền tảng của Vật lý hiện đại, những hiệu ứng trên còn có tiềm năng ứng dụng. Đặc biệt, cấu trúc lượng tử tương đối tính có tính chất tô-pô như cấu trúc Jackiw-Rebbi có tiềm năng được sử dụng để chế tạo các mạch quang học có thể truyền tải tín hiệu quang một cách cực kỳ ổn định, tin cậy và bảo mật trong môi trường nhiễu mạnh (tương tự các cấu trúc topological insulator).

Loại soliton do nhóm nghiên cứu mới phát hiện (beyond-band discrete soliton) cũng có thể được ứng dụng trong truyền tín hiệu vì chúng bảo toàn cấu trúc trong quá trình truyền.

THÔNG TIN NỔI BẬT VỀ DỰ ÁN

1. Hiệu ứng tạo và triệt tiêu cặp hạt-phản hạt trong BWA

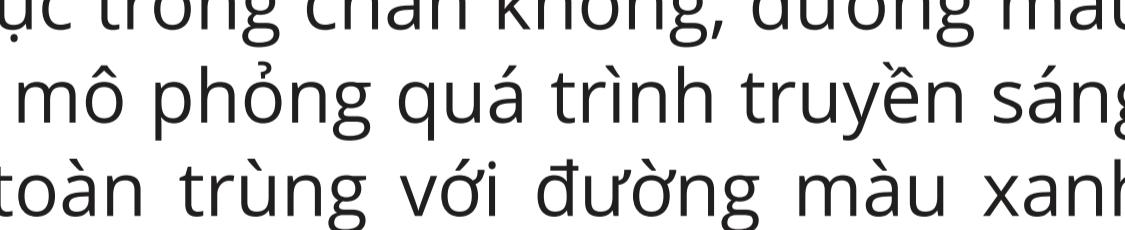
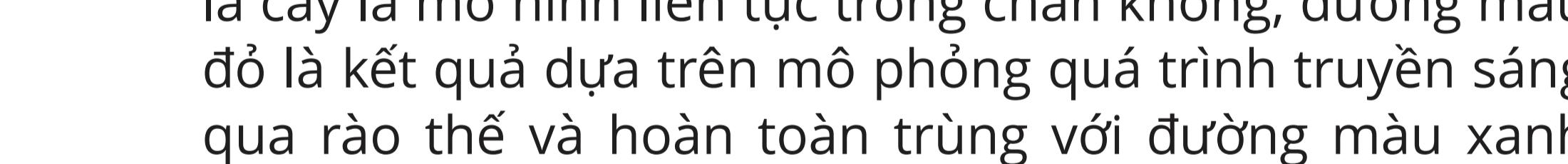
Chúng tôi đề xuất sử dụng đoạn BWA được uốn cong ở giữa để mô phỏng tác động của điện trường ngoài biến thiên trong hiệu ứng sinh cặp. Nhờ hệ thống này, chúng ta có thể mô phỏng đồng thời hai quá trình trái ngược là hiệu ứng sinh cặp và hiệu ứng triệt tiêu cặp trên cùng một BWA với cùng một chùm sáng. Quan trọng hơn, hệ thống trên cho phép nghiên cứu cả định tính và định lượng tỷ lệ sinh cặp và triệt tiêu cặp một cách chính xác.



Tran et al., Phys. Rev. A 105 (2022) 032201

2. Hiệu ứng xuyên đường hầm Klein

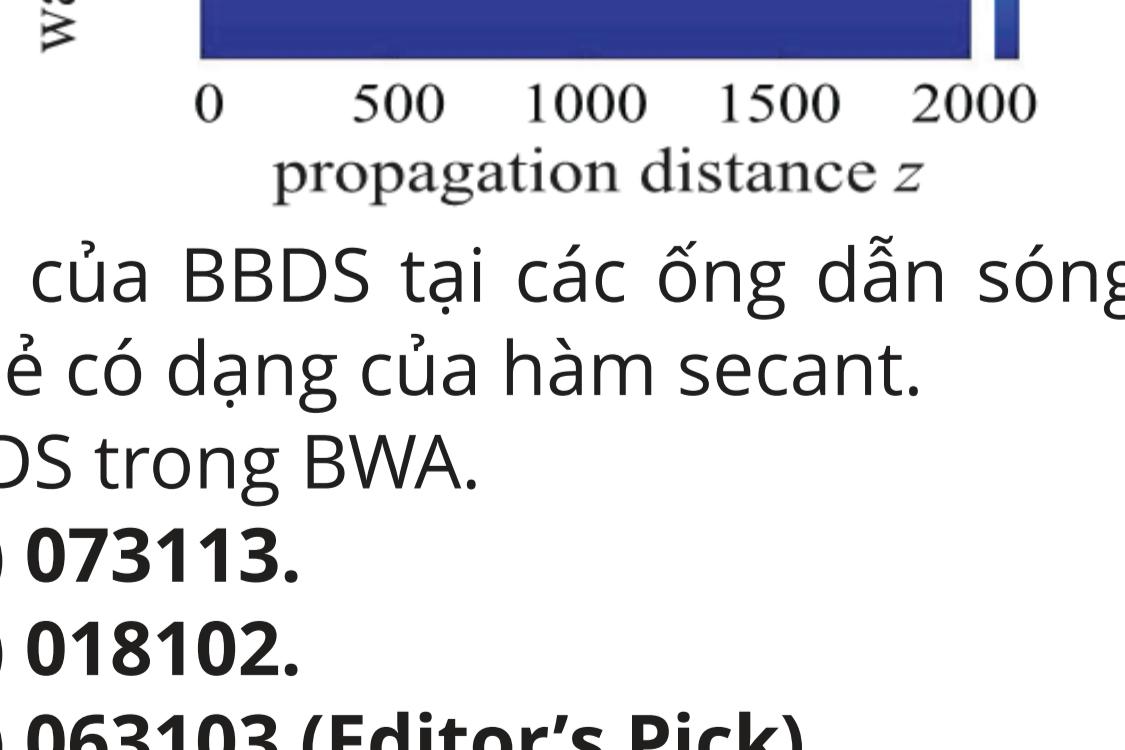
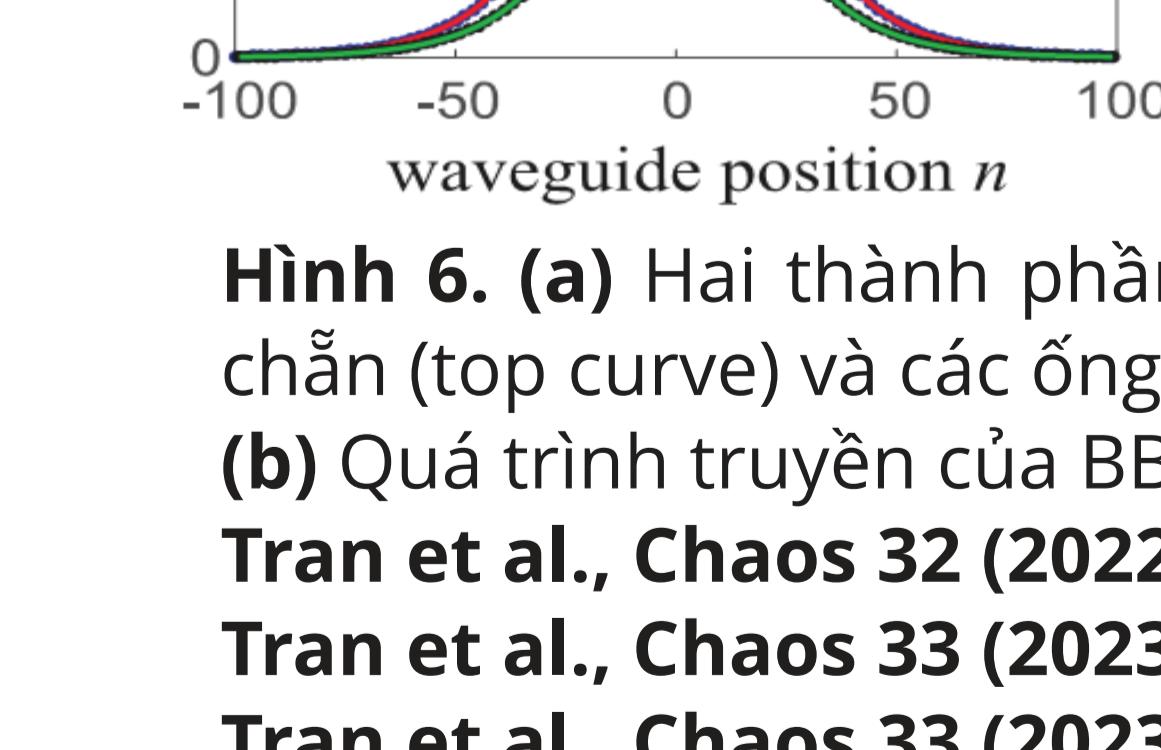
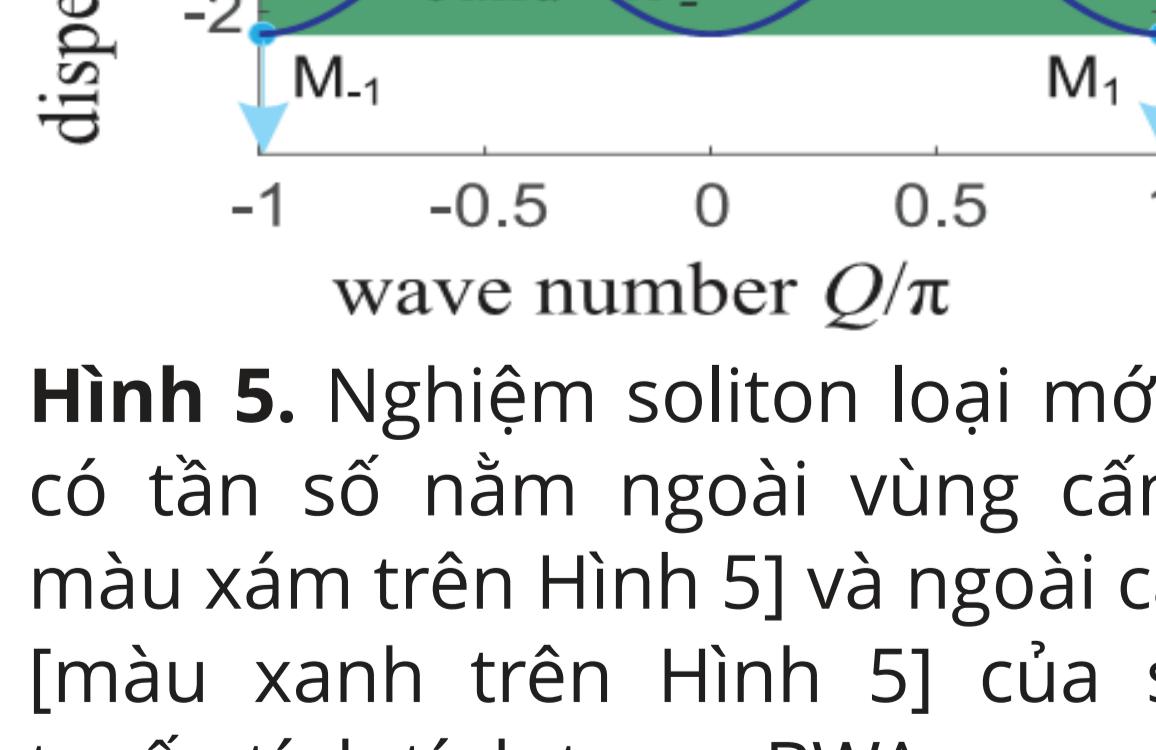
Chúng tôi đề xuất sử dụng hệ gồm 3 BWA được ghép vào nhau như Hình 3 để mô phỏng hiệu ứng xuyên đường hầm Klein trong Cơ học lượng tử tương đối tính. Công thức giải tích tính hệ số xuyên rào thế hoàn toàn phù hợp với kết quả mô phỏng hệ số truyền qua của chùm sáng.



Tran et al., Ann. Phys. 450 (2023) 169241.

HÌNH ẢNH ĐẠI DIỆN DỰ ÁN

2. Soliton loại mới (beyond-band discrete soliton - BBDS) trong BWA



Tran et al., Chaos 32 (2022) 073113.

Tran et al., Chaos 33 (2023) 018102.

Tran et al., Chaos 33 (2023) 063103 (Editor's Pick).

THÔNG TIN LIÊN HỆ

032 9686 475

tranxtr@gmail.com/truongtran@lqdtu.edu.vn

<https://www.researchgate.net/profile/Truong-Tran-8>