

Nuo sukinio priklausanti optinė gardelė su siauresniais nei difrakcijos riba barjeriais

Spin-dependent sub-wavelength optical lattice

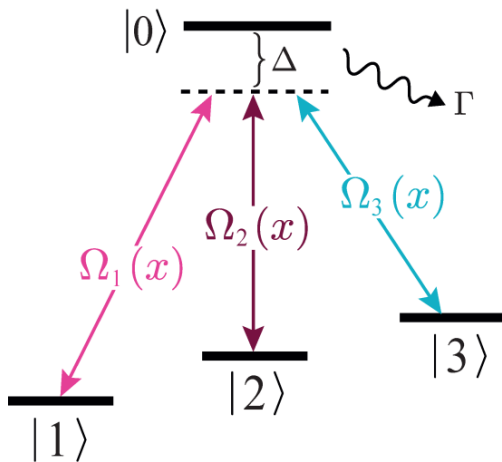
Edvinas Gvozdiovas, Povilas Račkauskas, Gediminas Juzeliūnas

Vilniaus universitetas, Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

edvinas.gvozdiovas@ff.stud.vu.lt, gediminas.juzeliunas@tfai.vu.lt

Ankstesniuose teoriniuose [1, 2] bei eksperimentiniuose [3] darbuose buvo parodyta, jog šaltiesiems atomams galima sukurti siauresnius nei difrakcijos riba potencinius barjerus pasitelkiant Lambda konfigūracijos atomo sąveikos su šviesa schemą. Šie barjerai veikia atomus, esančius ilgai gyvuojančioje vidinėje būsenoje, vadinamoje tamsiąja būseną, iš kurios yra uždrausti šuoliai į sužadintą būseną dėl destruktvyvos interferencijos tarp skirtingų optinių šuolių.

Dabar pasiūlytas ir ištirtas būdas, leidžiantis sukurti siauresnius nei difrakcijos riba barjerus, kurie skirtingai veikia atomus, esančius skirtingose tamsiosiose būsenose [4, 5]. Nurodytajam tikslui pasiekti naudojama tripodo tipo šviesos-atomo sąveikos schema (1 pav.), apibūdinama dvejomis tamsiosiomis būsenomis [6].



1 pav. Atomo sąveika su optiniais laukais Tripodo schemoje. Δ žymi vienfotoninį išderinimą, o Γ žymi sužadintos būsenos savaiminio spinduliavimo spartą. [4]

Darbe parodoma kad, pritaikant tripodo schemą, galima suformuoti periodinę seką siaurų barjerų, kurie atomus veikia priklausomai nuo jų tamsiosios būsenos. Atomus taip pat veikia geometrinis vektorinis potencialas, sukeliantis šuolius tarp atomo tamsių būsenų. Taip suformuojama optinė gardelė, kurios barjerų plotis yra siauresnis nei difrakcijos riba, o barjerų poveikis atomo judėjimui priklauso nuo to, kokioje tamsiojoje būsenoje yra atomas.

Sistemos neadiabatiniai nuostoliai (atomų praradimas optinėje gardelėje) gali būti sumažinti tinkamai parenkant sistemos parametrus.

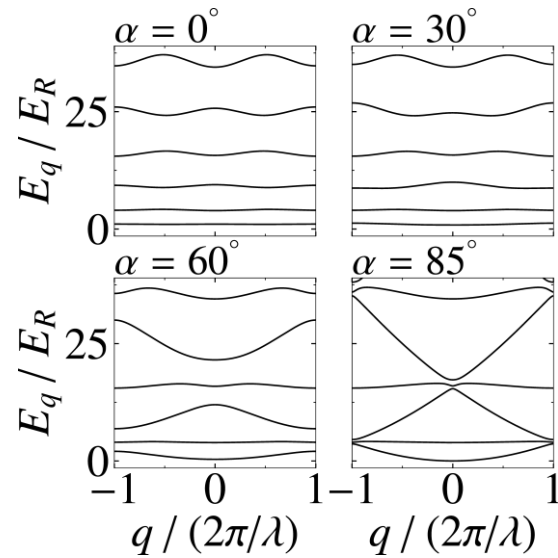
Buvo nagrinėta optinių laukų konfigūracija [4, 5]

$$\Omega_1(x) = \Omega_p, \quad (1)$$

$$\Omega_2(x) = \Omega_p \cos(2\pi x/\lambda + \alpha), \quad (2)$$

$$\Omega_3(x) = \Omega_c \sin(2\pi x/\lambda), \quad (3)$$

kur $\Omega_c \gg \Omega_p$. Tuomet, keičiant fazę α , galima kontroliuoti energijos dispersijos pavidalą (žiūr. 2 pav.) bei atomų tuneliavimo tarp gardelės mazgų parametrus.



2 pav. Šešių žemiausių Bloch'o juostų energijos dispersijos 1BZ esant įvairioms fazės α vertėms. [4]

Reikšminiai žodžiai: šaltieji atomai, optinė gardelė, geometrinis potencialas, tamsioji būseną, difrakcijos riba, sukiny.

Literatūra

- [1] M. Łącki, M. A. Baranov, H. Pichler, and P. Zoller, Phys. Rev. Lett., 117:233001 (2016).
- [2] F. Jendrzejewski, S. Eckel, T. G. Tiecke, G. Juzeliūnas, G. K. Campbell, Liang Jiang, and A. V. Gorshkov, Phys. Rev. A, 94:063422 (2016).
- [3] Y. Wang, S. Subhankar, P. Bienias, M. Łącki, T.-C. Tsui, M. A. Baranov, A. V. Gorshkov, P. Zoller, J. V. Porto, and S. L. Rolston, Phys. Rev. Lett., 120, 083601 (2018).
- [4] E. Gvozdiovas, P. Račkauskas and G. Juzeliūnas, arXiv:2105.15148, 2021.
- [5] P. Kubala, J. Zakrzewski, M. Łącki, arXiv:2106.04709, 2021.
- [6] N. Goldman, G. Juzeliūnas, P. Öhberg and I. B. Spielman, Rep. Prog. Phys., 77, 126401 (2014).