

# Aukšto dažnio analizė periodiškai sužadintoms kvantinėms sistemoms su papildoma lėta laikine priklausomybe

## High-frequency analysis of periodically driven quantum systems with additional slowly varying time-dependence

Viktor Novičenko<sup>1</sup>, Egidijus Anisimovas<sup>1,2</sup>, Gediminas Juzeliūnas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus universitetas, Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, Saulėtekio al. 3, 10222 Vilnius

<sup>2</sup>Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, 10222 Vilnius

[viktor.novicenko@tfai.vu.lt](mailto:viktor.novicenko@tfai.vu.lt)

Pastaraisiais metais yra didelis susidomėjimas periodiškai žadinamomis kvantinėmis sistemomis. Periodinė perturbacija leidžia pakeisti natūralią sistemos dinamiką sukuriant papildomas sąveikas. Pavyzdžiui, neutralūs atomai periodiškai virpinamame potenciale juda tarsi įelektrintos dalelės esančios magnetiniame lauke. Tokioms sistemoms aprašyti naudojama Flokė teorija [1]. Tačiau Flokė formalizmas, griežtai tariant, tinka tik periodinėms sistemoms su fiksuota amplitude. Tuo tarpu eksperimentinėse realizacijose perturbacijos amplitudė dažniausiai yra lėtai didinama iki darbinės vertės, o po ilgos evoliucijos amplitudė vėl lėtai mažinama. Todėl yra natūralus poreikis išplėtoti Flokė teorijos taikymą kvantinėms sistemoms su papildoma lėta priklausomybe.

Mes nagrinėjome bendro pavidalo Šredinerio lygtį, kurios Hamiltonianas turi dvi laikines priklausomybes:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi\rangle = H(\omega t, t) |\psi\rangle, \quad (1)$$

čia pirmas Hamiltoniano argumentas aprašo greitas sistemos osciliacijas  $H(\omega t + 2\pi, t) = H(\omega t, t)$ , o antras argumentas iliustruoja papildomą lėtą sistemos dinamiką. Dažnis  $\omega$  yra pakankamai didelis, t.y. energija  $\hbar\omega$  yra didesnė už kitas sistemos charakteringas energijas. Tokiu atveju galima žiūrėti į sistemos evoliuciją suvidurkintą per aukšto dažnio periodą. Mes pademonstravome [2] kaip kvantinę sistemą aprašomą (1) lygtimi galima suvesti į panašią lygtį:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi\rangle = H_{\text{eff}}(t) |\psi\rangle, \quad (2)$$

kur efektinis Hamiltonianas  $H_{\text{eff}}(t)$  aprašo sistemos vidurkintą dinamiką, bei priklauso tik nuo lėto laiko. Išraiška dėl efektyvio Hamiltoniano yra gaunama kaip skleidimas atvirkštinio dažnio laipsniais:

$$H_{\text{eff}}(t) = H_{\text{eff}(0)}(t) + H_{\text{eff}(1)}(t) + H_{\text{eff}(2)}(t) + \dots, \quad (3)$$

kur  $H_{\text{eff}(i)}(t)$  yra proporcingas  $1/(\hbar\omega)^i$ .

*Reikšminiai žodžiai: Flokė teorija, aukšto dažnio skleidimas, topologinės būsenos*

### Literatūra

[1] N. Goldman and J. Dalibard, Phys. Rev. X **4**, 031027 (2014).

[2] V. Novičenko, E. Anisimovas, G. Juzeliūnas, Phys. Rev. A **95**, 023615 (2017).