



ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და მედიცინის ფაკულტეტი,
ფიზიკისა და ასტრონომიის სამაგისტრო პროგრამა:
კონდენსირებულ გარემოთა ფიზიკა

სამაგისტრო ნაშრომი

შერეული მუხტის ტალღისა და კუპერის ტიპის დაწყვილების მქონე
ერთგანზომილებიანი ფერმი სისტემის სპექტრალური თვისებები

თათია შარია

ხელმძღვანელი:

პროფესორი ალექსანდრე ნერსესიანი

თბილისი
14 თებერვალი 2022 წ.

შინაარსი

1	შესავალი	3
1.1	კვანტური იზინგის ჯაჭვი	4
1.2	მუხტის ტალღისა და კუპერის დაწყვილების მქონე ერთგანზომილებიანი სტრუქტურები	6
2	ეფექტური ველის თეორია	8
3	იზოლატორისა და ზეგამტარის სპექტრალური თვისებები	10
4	ეფექტური მოდელი მაიორანას ფერმიონების ფორმალიზმში	13
5	ექვივალენტური ბოზონური მოდელი	14
6	მოდელის ენერგეტიკული სპექტრი	14
6.1	სპექტრის კრიტიკული წერტილი	16
6.2	კრიტიკული წერტილის ანალიზური შესწავლა	18
7	კუმშვადობა	19
7.1	კუმშვადობა $\mu = 0$ ქიმიურ პოტენციალზე	20
7.2	კუმშვადობა ნებისმიერი μ -თვის	22
7.3	იზინგის კრიტიკული წერტილის $\mu = \sqrt{m_1^2 - m_2^2}$ ($m_1^2 > m_2^2$) მიდამო	23
A	კუპერის ტიპის დაწყვილების მქონე ჰამილტონიანის აღგზნების ენერგია და ძირითადი მდგომარეობა	26
B	მაიორანას ველები იმპულსურ სივრცეში	27
C	მაიორანას გრინის ფუნქციის მატრიცა	28

ანოტაცია

მოცემულ ნაშრომში შევისწავლით ერთდროულად მუხტის სიმკვრივის ტალღისა და კუპერის ტიპის დაწყვილების მქონე ერთგანზომილებიანი უსპინო ფერმიონების სისტემის სპექტრალურ თვისებებს. ცალკეულად აღნიშნული ურთიერთქმედებების მქონე სისტემების სპექტრი და სისტემის რეაქცია ქიმიური პოტენციალის ცვლილებაზე უკვე შესწავლილია. ჩვენი კვლევის საგანს წარმოადგენს, თუ როგორ უკავშირდება ეს ორი ზღვრული შემთხვევა ერთმანეთს სხვადასხვა ზეგამტარული და იზოლატორული ურთიერთქმედების ამპლიტუდის თანაფარდობისთვის ($|m_2/m_1|$). კონკრეტულად კი, ზუსტად გამოვიყვანთ მოდელის ენერგეტიკულ სპექტრს და ვიპოვით ქიმიური პოტენციალის კრიტიკულ მნიშვნელობას μ_c , როგორც m_1 -ისა და m_2 -ის ფუნქციას, რომლისთვისაც სისტემაში არსებობს უღრეჩო ადგზნებები. მივიღებთ კუმშვადობის ზოგად გამოსახულებას, როგორც ქიმიური პოტენციალისა და ურთიერთქმედების მასების ფუნქციას და შევისწავლით მის ყოფაქცევას როგორც ნულოვან ქიმიურ პოტენციალზე მცირე $|m_2/m_1|$ შემთხვევაში, ასევე ნებისმიერი სასრული ქიმიური პოტენციალისთვის μ_c -ის მიდამოში. როგორც აღმოჩნდა, აღნიშნული კრიტიკულობა განეკუთვნება იზინგის უნივერსალობის კლასს.