



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Lattice models for Josephson junctions and graphene superlattices

Ostroukh, V.

Citation

Ostroukh, V. (2018, June 27). *Lattice models for Josephson junctions and graphene superlattices*. *Casimir PhD Series*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/63217>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/63217>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/63217> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Ostroukh, V.

Title: Lattice models for Josephson junctions and graphene superlattices

Issue Date: 2018-06-27

Підсумки

У цій дисертації ми вивчаємо явище квантового транспорту на рівні нанометрових розмірів у двох класах матеріалів: топологічних ізоляторах з наведеною надпровідністю і суперґратках графену. Обидва напрямки мотивовані сучасними експериментальними наробками: перший напрямок є результатом пошуку майоранівських ферміонів у системах з квантовим спіновим ефектом Хола, другий — з пошуку масивних діраківських ферміонів у зонній структурі графену на мідній підкладці, у якому виникає модуляція міжатомних зв'язків типу Кекуле.

Перші дві глави присвячені експериментам, зробленим у Делфті, які виявили h/e -періодичну компоненту у залежності критичного надпровідного струму від магнітного поля у джозефсонівському контакті, зробленому з ізолятора з квантовим спіновим ефектом Хола. Ця подвоєна фраунгоферівська періодичність натякає на появу майоранівських нульових мод у контакті, проте теорія, презентована у Главі 2 надає тривіальніше пояснення. За допомогою сіткової моделі ми демонструємо, що існування провідного каналу на границі між надпровідником і ізолятором може пояснити співіснування h/e - і $h/2e$ -періодичних компонент, потребуючи існування майоранівських нульових мод.

У наступній Главі 3 ми описуємо колаборацію з експериментаторами з університету Делфта, де ми перевіряємо цю теорію за допомогою нових експериментальних даних. Ми враховуємо деталі експериментальної установки, які приводять до часткового екранування нормальної частини джозефсонівського контакту від електричного поля затвору. За допомогою реалістичної моделі найближчих сусідів ми змогли пояснити це явище, базуючись на теорії, представленій у попередній главі.

У Главі 4 ми продовжуємо вивчати джозефсонівські контакти у іншій системі, поверхні тривимірного топологічного ізолятора, яка є

провідником. Поверхня Фермі електронів без взаємодії деформується від круглої до квадратної, що сильно впливає на формування магнітних вихорів. На відміну від одновимірного розташування джозефсоновських вихорів, яке було відомо з попередніх досліджень, ми знайшли повноцінну двовимірну вихрову ґратку. Ми прогнозуємо, що ця ґратка приводить до помітного уповільнення у затуханні фраунгоферівських осциляцій при збільшенні поперечного магнітного поля. Вона може також бути виявлена напряму за допомогою скануючої тунельної мікроскопії.

У Главі 5 ми звертаємось до другої теми цій дисертації, суперґратки у одноатомному шарі вуглецю (графені) на епітаксiальній підкладці. Експерименти з графеном на мідній підкладці продемонстрували існування періодичної модуляції у енергії взаємодії між атомами карбону, яка нагадує димеризацію типу Кекуле у кільці бензолу. Висновок опублікованої експериментальної статті стверджує, що така модуляція перетворює безмасові діраківські ферміони у спектрі графену у масивні, тобто відкриває щілину у спектрі. Ми демонструємо, що поведінка системи у цьому випадку інакша: електрони залишаються ефективно безмасовими, але суперґратка приводить до взаємодії між імпульсом і долиною у графенівському спектрі. Цей зв'язок долини і імпульсу може бути корисним для використання у “долиноtronіці” (за аналогією до спінtronіки).