

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ  
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

## РІЗДВЯНІ ДИСКУСІЇ 2011

ПРОГРАМА І ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**Львів, 4–5 січня 2011 року**

Ауд. 10 (вул. Драгоманова, 12)

4 січня 2011 року

10:00 Відкриття. *І. О. Вакарчук*

Головуючий: **І. Вакарчук**

10:00+ $\varepsilon$ –10:45 *М. Зарічний*, Рівновага Неша і неадитивні стратегії

10:45–11:30 *А. Панасюк*, Групоїди та алгеброїди Лі — сучасна теорія Лі

11:30–12:00 Кава

12:00–12:45 *В. Novosyadlyj, О. Sergijenko, R. Durrer*, Observational constraints on quintessential scalar field models of dark energy with barotropic equation of state

12:45–13:30 *Ю. Дубленич*, Континуум основних станів у моделях ґраткового газу на трикутній ґратці зі взаємодіями скінченного рангу

Головуючий: **М. Зарічний**

15:30–16:15 *Р. Луців*, Проблеми та сучасні технології кремнієвих сонячних елементів

16:15–17:00 *С. Сороков, Р. Левицький, А. Вдович*, Властивості систем, що описуються псевдоспіновими гамільтоніанами з різними типами конкуруючих взаємодій

**5 січня 2011 року**

Головуючий: **Б. Новосядлий**

**10:00–10:45** *Й. Гуменюк, М. Токарчук*, Вплив розривності потенціала взаємодії на коефіцієнти переносу густого плинну

**10:45–11:30** *І. Стасюк, О. Величко*, Квантовий ґратковий бозе-газ: бозе-конденсація у збудженій зоні

**11:30–12:15** *В. Ткачук*, Зоопарк деформацій алгебри Гайзенберґа

**12:15–12:45** Кава

Головуючий: **В. Ткачук**

**12:45–13:30** *А. Дувіряк*, 4-й вимір і квантова задача Кеплера

**13:30–14:15** *І. Вакарчук*, Непертурбаційний розрахунок енергетичного спектра ангармонічного  $x^\mu$ -осцилятора

**14:20** Закриття

# Рівновага Неша і неадитивні стратегії

*М. Зарічний*

Кафедра геометрії і топології

Львівського національного університету імені Івана Франка

## Групоїди та алгеброїди Лі — сучасна теорія Лі

*А. Панасюк*

ІППММ НАНУ ім. Я. С. Підстригача,

Вармінсько-Мазурський Університет, Ольштин (Польща)

Загальновідомою є важливість теорії груп в точних науках, зокрема в дослідженні симетрій об'єктів та теорій у математиці і фізиці. У випадку, коли останні є недостатньо “однорідні”, тобто мають мало автоморфізмів, до опису їхніх симетрій застосовується поняття групоїду (тобто групи з багатьма одиницями), що є природним узагальненням поняття групи.

Групоїди Лі, тобто групоїди з диференціальною структурою, і їхні іфінітезимальні відповідники — алгеброїди Лі знайшли численні застосування в математиці і фізиці. У лекції будуть представлені приклади, що показують важливість цих фундаментальних об'єктів “нової теорії Лі”, а також омовлена проблема інтегрування алгеброїдів Лі, тобто проблема знаходження групоїду Лі, інфінітезимальним об'єктом якого є даний алгеброїд Лі.

## Observational constraints on quintessential scalar field models of dark energy with barotropic equation of state

*B. Novosyadlyj<sup>1</sup>, O. Sergijenko<sup>1</sup>, R. Durrer<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv

<sup>2</sup>Department of Theoretical Physics of Geneva University

The determination of parameters of the multicomponent cosmological model with scalar field as dark energy has been carried out using different available datasets. The scalar fields with barotropic equation of state and either Klein-Gordon or Dirac-Born-Infeld Lagrangians were considered. It is shown that the initial value of dark energy equation of state parameter is constrained very weakly by most of the data. This parameter is well constrained only when the combined dataset includes the supernovae from the full SDSS compilation with MLCS2k2 light curves fitting. The best fitting parameters of scalar field in this case indicate that the dark energy recedes its repulsion properties and current accelerated expansion of the Universe in far future will be changed by the decelerated one followed by the turnaround and collapse. We discuss also the possibility of distinguishing between different dark energy models with barotropic equation of

state performing the error forecast for the Planck Space Observatory mock data on CMB anisotropies.

## Континуум основних станів у моделях ґраткового газу на трикутній ґратці зі взаємодіями скінченного рангу

*Ю. І. Дубленич*

Інститут фізики конденсованих систем Національної Академії Наук України,  
вул. Свенціцького 1, 79011 Львів

Одна з найцікавіших проблем сучасної фізики — це проблема утворення структур. Попри те, що інтенсивні дослідження в цій галузі тривають вже не одне десятиліття, залишається чимало фундаментальних питань, на яких ще й досі нема відповіді. Серед них ось які: чому формуються квазикристали?, що є причиною нескінченної адаптативності деяких сполук?, а також зовсім свіже питання про те, чи існують безладно упорядковані структури (по-англійськи — *irregularly ordered structures*) [1]. Сподіваємося, що наша робота проллє трохи світла на усі ці три проблеми. Ми розглянули доволі просту модель ґраткового газу на трикутній ґратці й проаналізували деякі з її основних станів. Ми строго довели, що в цій моделі існує континуум основних станів, параметризованих хемічним потенціалом. Структури цього континууму можна розділити на два типи: (1) упорядковані структури, (2) частково хаотизовані структури. Поміж упорядкованих структур є як періодичні, так і упорядковані аперіодичні. Ми припускаємо, що серед останніх є як квазикристалічні, так і безладно упорядковані структури (принаймні структури хоча б одного з цих двох класів мусять бути).

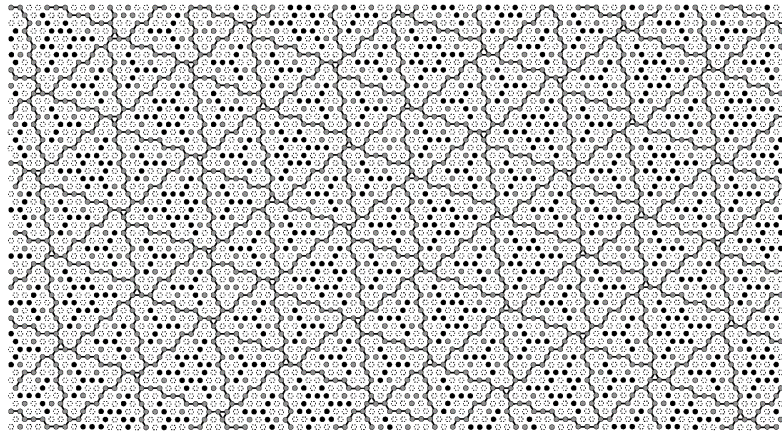


Рис. 1: Приклад структури основного стану моделі, яку ми розглядаємо. Заповнені частинками вузли зображено чорними і сірими кружечками, а вакантні вузли — білими кружечками, обмеженими пунктирною лінією. Лініями виділено домени, з яких утворена структура.

Існування континууму основних станів у такій моделі доводить, що, нескінченна адаптативність, яку спостерігають у багатьох сполуках [2], може виникати і в системах зі взаємодіями скінченного, хоч і порівняно великого рангу. Це суперечить припущенню Кіттеля про те, що за нескінченну адаптативність відповідають лише далекосяжні взаємодії [3]. Зауважмо, що деякі чисельні розрахунки узгоджуються з припущенням Кіттеля [4], однак у [5] нескінченну адаптативність одержано (так само чисельним способом) в системі зі взаємодіями скінченного рангу. До такого типу належить і система, яку розглядаємо ми, однак наші результати цінні тим, що їх одержано аналітичними способом, і чисельними методи їх одержати не можна.

[1] Shin-ishi Sasa, J. Phys. A **43**, 465002 (2010).

[2] J.S. Anderson, J. Chem. Soc. Dalton Trans. **10**, 1107 (1973).

[3] C. Kittel, Solid State Commun. **25**, 519 (1978).

[4] M. Sanati, L.G. Wang, and A. Zunger, Phys. Rev. Lett. **90**, 045502 (2003).

[5] R. Drautz, A. Diaz-Ortiz, M. Fahnle, and H. Dosch, Phys. Rev. Lett. **93**, 067202 (2004).

## **Проблеми та сучасні технології кремнієвих сонячних елементів**

*Р. В. Луців*

Кафедра радіелектронного матеріалознавства,  
Львівський національний університет імені Івана Франка

У доповіді буде висвітлено такі питання:

- Сучасна індустрія фотовольтаїки.
- Методи економії кремнію.
- Тонкоплівкові сонячні елементи.
- Методи підняття коефіцієнту корисної дії.
- Використання квантових структур.
- Концентратори та брегівські дзеркала.
- Стан проблеми фотовольтаїки України.

## Властивості систем, що описуються псевдоспіновими гамільтоніанами з різними типами конкуруючих взаємодій

*С. І. Сороков, Р. Р. Левіцький, А. С. Вдович*

Інститут фізики конденсованих систем НАН України

вул. Свенціцького, 1, Львів, 79011, Україна

sorok@mail.lviv.ua

Проведено огляд робіт, в яких досліджуються системи, що описуються гамільтоніаном моделі Ізінга з випадковими знаковими параметрами. Розглянуті критерії існування фази спінового скла в залежності від розмірності простору, радіуса взаємодії і зовнішнього поля. Приведено області параметрів, де можливе застосування наближення реплічної симетрії. В рамках наближення двочастинкового кластера (проста ґратка Бете), реплічної симетрії і гаусового наближення для функції розподілу локальних полів дослідженні термодинамічні властивості і побудовані — фазові діаграми модельних стекол з врахуванням флуктуацій конкуруючих короткосяжних і далекосяжних взаємодій. Зроблено висновок, що в областях, де існує конкуренція по знаку короткосяжної і далекосяжної взаємодій можливе смужчате впорядкування. Для ґратки Бете при  $T = 0$  аналізуються різні можливі негаусові розв'язки точного інтегрального рівняння для функції розподілу локальних полів, а також отримані точні розв'язки для сумісної функції розподілу локальних статичних і динамічних полів.

Приведено приклади застосування наближення чотирьохчастинкового кластера для опису термодинаміки та динамічної проникливості протонних стекол типу  $\text{Rb}_{1-x}(\text{NH}_4)_x\text{H}_2\text{PO}_4$ . Виведено інтегральне рівняння для функції розподілу випадкових полів у цих сполуках і проаналізовані можливі розв'язки цього рівняння при  $T = 0$ .

- [1] S.I. Sorokov, R.R. Levitskii, A.S. Vdovych, *Condens. Matter Phys.*, **8**, 603 (2005).
- [2] S.I. Sorokov, R.R. Levitskii, A.S. Vdovych, *Condens. Matter Phys.*, **13**, 13706:1.26 (2010).

# Вплив розривности потенціала взаємодії на коефіцієнти переносу густого плинину

Гуменюк Й.А.,<sup>1</sup> Токарчук М.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Інститут фізики конденсованих систем НАН України

<sup>2</sup> Національний університет “Львівська політехніка”

Побудова кінетичної теорії для звичайних плавних потенціалів при високих густинах суттєво ускладнюється завдяки зіткненням вищої кратности. Тому її зазвичай розвивають для модельних потенціалів у наближенні парних зіткнень. Відносна простота і помітний успіх кінетичної теорії Енскога для твердих кульок [1] при описі нерівноважних властивостей густих газів та рідин сприяють тому, що вона служить основою і зразком для побудови покращених, але дещо складніших, теорій.

Потенціал прямокутної ями і багатосходинковий потенціал точніше моделюють реальні взаємодії, а кінетичні теорії, розвинуті для них [2–4,5–7], явним чином враховують процеси на відстанях міжмолекулярного притягання. Необхідна складова цих теорій — рівняння для густини енергії взаємодії на кінетичному рівні опису [3,4,6] — якісно міняє їх структуру. Разом із розривністю потенціалів вона зумовлює появу додаткового нерівноважного параметра — оберненої потенціальної квазітемператури — і, як наслідок, дає додаткові внески в деякі коефіцієнти переносу [4].

В межах кінетичної теорії для багатосходинкового потенціала ми розглядаємо внески першого порядку по градієнтах до тензора напружень і теплового потоку, зумовлені нерівноважною частиною парної функції розподілу, на які не було звернуто належної уваги раніше. Вони дають поправки, відповідно, до коефіцієнтів об'ємної в'язкості і теплопровідності.

- [1] Van Beijeren H., Ernst M.H. // *Physica (Utrecht)*, 1973, **68**, 437.
- [2] Davis H.T., Rice S.A., Sengers J.V. // *J. Chem. Phys.*, 1961, **35**, 2210.
- [3] Karkheck J., van Beijeren H., de Schepper I., Stell G. // *Phys. Rev. A*, 1985, **32**, 2517.
- [4] Van Beijeren H., Karkheck J., Sengers J.V. // *Phys. Rev. A*, 1988, **37**, 2247.
- [5] Токарчук М.В., Омелян І.П. // *Укр. фіз. журн.*, 1990, **35**, 1255.
- [6] Omelyan I.P., Tokarchuk M.V. // *Physica A*, 1996, **234**, 89.
- [7] Tokarchuk M.V., Omelyan I.P., Kobryn A.E. // *Phys. Rev. E*, 2000, **62**, 8021.



# Квантовий ґратковий бозе-газ: бозе-конденсація у збудженій зоні

І.В. Стасюк, О.В. Величко

*Інститут фізики конденсованих систем НАН України  
вул. Свенціцького, 1, Львів, 79011, Україна*

Досліджено перехід у фазу з бозе-конденсатом у двозонній моделі Бозе-Хаббарда з переносом частинок лише у збудженій зоні. Розглянуто нестійкість, пов'язану з таким переходом. У границі жорстких бозонів (не більше однієї частинки на вузол ґратки) виявлено зворотній хід спінодалей в області додатних значень хімічного потенціалу та при енергіях збудження  $\delta < |t'_0|/2$  (де  $|t'_0|$  – параметр перескоку частинок). Встановлено, що рід фазового переходу у цьому випадку змінюється на перший і наступне повернення до нормальної фази в дійсності не відбувається. Переходи першого роду існують і при від'ємній енергії  $\delta$  за умови  $\delta > \delta_{\text{crit}} \approx -0.12|t'_0|$ . При  $\mu < 0$  фазовий перехід залишається переважно переходом другого роду.

Проаналізовано хід параметра порядку бозе-конденсату; побудовано фазові  $(\Theta, \mu)$  і  $(|t'_0|, \mu)$  діаграми, встановлено локалізацію трикритичних точок. Знайдено умови, при яких для фіксованої концентрації частинок настає розшарування на нормальну фазу (NO) і фазу з бозе-конденсатом (SF).

Обговорюється поведінка одночастинкової спектральної густини («густина станів») в області NO-SF переходу.

## Зоопарк деформацій алгебри Гайзенберґа

*В. М. Ткачук*

Кафедра теоретичної фізики,  
Львівський національний університет імені Івана Франка

Зроблено огляд деформацій алгебр Гайзенберґа, які можна поділити на три групи: деформації канонічного типу, деформації, що приводять до алгебр Лі, нелінійні деформації.

## 4-й вимір і квантова задача Кеплера

А. Дувіряк

*Інститут фізики конденсованих систем НАН України  
вул. Свенціцького, 1, Львів, 79011, Україна*

Сучасна теорія струн спричинила глибокі зміни в уявленнях про фізичну будову простору, і принаймні дві передбачені нею особливості простору мають глибший характер, ніж сама теорія струн. Це дискретність, тобто існування фундаментальної

довжини, та багатовимірність. Відсутність спостережуваних проявів надлишкових вимірів пояснюють їх компактифікацією у масштабах фундаментальної довжини, або й більших. Вивчення фізичних особливостей таких просторів простими засобами, без складного математичного апарату теорії струн, є цікавим з методичного погляду.

У доповіді розглядається потенціал точкової маси у багатомірному просторі з частиною компактифікованих вимірів. Досліджується його поведінка на відстанях набагато менших та набагато більших від радіусу компактифікації. Для цього використано два підходи: евристичний – із застосуванням теореми Гауса, та точний – з аналізу функції Гріна рівняння Пуасона. Окремо аналізуються випадки малорозмірних просторів та  $3+1$  вимірному простору. Для останнього випадку розглядається рівняння Шредінґера з потенціалом точкової маси. Запропоновано наближені оцінки спектру.

З евристичних міркувань, тобто без апелювання до теорії струн чи загальної теорії відносності, оцінюються характеристики чорних дір у частково компактифікованих просторах.

## **Непертурбаційний розрахунок енергетичного спектра ангармонічного $x^\mu$ -осцилятора**

*І. О. Вакарчук*

Кафедра теоретичної фізики,

Львівський національний університет імені Івана Франка

Запропоновано метод розрахунку енергетичних рівнів ангармонічного осцилятора з використанням “метрологічної” задачі з варіаційними параметрами гамільтоніана та розкладу за незвідними середніми від узагальнених координат частинки. Мінімізація енергії за цими параметрами дає рівні енергії для довільних значень квантових чисел. Зіставлення знайдених результатів при великих квантових числах з квазікласичними рівнями енергії фіксує вибір “метрологічної” моделі для конкретних систем і визначає точність запропонованого підходу.