

ПЕРСОНАЛІЇ, ХРОНІКА, БІБЛІОГРАФІЯ
PERSONALIA, MEETINGS, BIBLIOGRAPHY

“РІЗДВЯНІ ДИСКУСІЇ 2011”
(Львів, 4–5 січня 2011 року)

“CHRISTMASS DISCUSSIONS 2011”
(Lviv, January 4–5, 2011)

4–5 січня 2011 року на кафедрі теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка відбувалися 15-ті Різдвяні наукові дискусії. Традиційно предметом обговорення були проблеми фізики твердого тіла, квантової механіки, фазових переходів, статистичної фізики, астрофізики, космології. Усі доповіді викликали зацікавлення аудиторії та спричинили активні дискусії. Нижче подаємо анотації виголошених доповідей.

ГРУПОЇДИ Й АЛГЕБРОЇДИ L_i — СУЧАСНА ТЕОРІЯ L_i

А. Панасюк

ІППММ НАНУ ім. Я. С. Підстригача,
Вармінсько-Мазурський університет, Ольштин (Польща)

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

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

OBSERVATIONAL CONSTRAINTS ON QUINTESSENTIAL SCALAR FIELD MODELS OF DARK ENERGY WITH THE BAROTROPIC EQUATION OF STATE

B. Novosyadlyi¹, O. Sergijenko¹, R. Durrer²

¹Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv

²Department of Theoretical Physics of Geneva University

The determination of parameters of the multicomponent cosmological model with a scalar field as dark energy has been carried out using different available datasets. The scalar fields with the 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 the current accelerated expansion of the Universe in the distant 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 the 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 СКІНЧЕНОГО РАНґУ

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 уже не одне десятиліття, все ще є чимало фундаментальних питань, на які і досі нема відповіді. Серед них такі: Чому формуються квазікристали? Що є причиною нескінченної адаптивності деяких сполук? А також зовсім свіже питання про те, чи

існують безладно упорядковані структури (по-англійськи — *irregularly ordered structures*) [1]. Сподіваємося, що наша робота пролле трохи світла на всі ці проблеми. Ми розглянули доволі просту модель ґраткового газу на трикутній ґратці й проаналізували деякі з її основних станів. Ми точно довели, що в цій моделі існує континуум основних станів, параметризованих хімічним потенціалом. Структури цього континууму можна розділити на два типи: (1) упорядковані структури; (2) частково хаотизовані структури. Поміж упорядкованих структур є як періодичні, так і впорядковані аперіодичні. Ми припускаємо, що серед останніх є як квазікристалічні, так і безладно упорядковані структури (принаймні структури хоча б одного з цих двох класів мусять бути).

Існування континууму основних станів у такій моделі доводить, що нескінченна адаптативність, яку спостерігають у багатьох сполуках [2], може виникати й у системах зі взаємодіями скінченного, хоч і порівняно великого ранґу. 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) у системі зі взаємодіями скінченного ранґу. До такого типу належить і система, яку розглядаємо ми, однак наші результати цінні тим, що їх одержано аналітичним способом і чисельними методами їх отримати не можна.

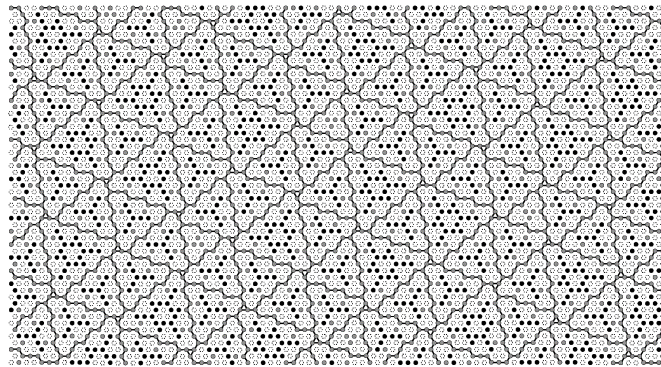


Рис. 1. Приклад структури основного стану моделі, яку ми розглядаємо. Заповнені частинками вузли зображено чорними й сірими кружечками, а вакантні вузли — білими кружечками, обмеженими пунктирною лінією. Лініями виділено домени, з яких утворена структура.

- [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, A. Zunger, *Phys. Rev. Lett.* **90**, 045502 (2003).
- [5] R. Drautz, A. Diaz-Ortiz, M. Fahnle, 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 висвітлено такі питання:

- Сучасна індустрія фотовольтаїки.
- Методи економії кремнію.
- Тонкоплівкові сонячні елементи.
- Методи підняття коефіцієнта корисної дії.
- Використання квантових структур.
- Концентратори та бреггівські дзеркала.
- Стан проблеми фотовольтаїки в Україні.

ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМ, ЩО ОПИСУЮТЬСЯ ПСЕВДОСПІНОВИМИ ҐАМІЛЬТОНІАНАМИ З РІЗНИМИ ТИПАМИ КОНКУРУЮЧИХ ВЗАЄМОДІЙ

С. І. Сороков, Р. Р. Левицький, А. С. Вдович
Інститут фізики конденсованих систем НАН України
вул. Свенціцького, 1, Львів, 79011, Україна
sorok@mail.lviv.ua

Проведено огляд робіт, у яких досліджено системи, що описуються гамільтоніаном моделі Ізинґа з випадковими знакозмінними параметрами. Розглянуто критерії існування фази спінового скла залежно від розмірності простору, радіуса взаємодії і зовнішнього поля. Наведено області параметрів, де можливе застосування наближення реплічної симетрії. У межах наближення двочастинкового кластера (проста ґратка Бете), реплічної симетрії й гауссового наближення для функції розподілу локальних полів досліджено термодинамічні властивості й побудовано $T-x$ фазові діаграми модельних стекел з урахуванням флюктуацій конкурентних короткосяжних і далекосяжних взаємодій. Зроблено висновок, що в областях, де є конкуренція за знаком короткосяжної й далекосяжної взаємодій, можливе смужкувате впорядкування. Для ґратки Бете при $T = 0$ проаналізовано різні можливі негауссові розв'язки точного інтегрального рівняння для функції розподілу локальних полів, а також отримано точні розв'язки для сумісної функції розподілу локальних статичних і динамічних полів.

Наведено приклади застосування наближення чотиричастинкового кластера для опису термодинаміки та динамічної проникливості протонних стекел 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 проаналізовано 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 (2010).

ВПЛИВ РОЗРИВНОСТІ ПОТЕНЦІАЛУ ВЗАЄМОДІЙ НА КОЕФІЦІЄНТИ ПЕРЕНОСУ ГУСТОГО ПЛИНУ

Й. А. Гуменюк¹, М. В. Токарчук^{1,2}

¹Інститут фізики конденсованих систем НАН України

²Національний університет "Львівська політехніка"

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

Потенціал прямокутної ями й багатосходиноквий потенціал точніше моделюють реальні взаємодії, а кінетичні теорії, розвинуті для них [2–4, 5–7], явно враховують процеси на відстанях міжмолекулярного притягання. Необхідний складник цих теорій — рівняння для густини енергії взаємодії на кінетичному рівні опису [3,4,6] — якісно міняє їхню 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].

У межах кінетичної теорії для багатосходиноквого потенціалу 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 й теплопровідності.

[1] H. Van Beijeren, M. H. Ernst, *Physica (Utrecht)* **68**, 437 (1973).

[2] H. T. Davis, S. A. Rice, J. V. Sengers, *J. Chem. Phys.* **35**, 2210 (1961).

[3] J. Karkheck, H. van Beijeren, I. de Schepper, G. Stell, *Phys. Rev. A* **32**, 2517 (1985).

[4] H. van Beijeren, J. Karkheck, J. V. Sengers, *Phys. Rev. A* **37**, 2247 (1988).

[5] М. В. Токарчук, І. П. Омелян, *Укр. фіз. журн.* **35**, 1255 (1990).

[6] I. P. Omelyan, M. V. Tokarchuk, *Physica A* **234**, 89 (1996).

[7] M. V. Tokarchuk, I. P. Omelyan, A. E. Kobryn, *Phys. Rev. E* **62**, 8021 (2000).

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-Габбарда 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 зворотний хід спінодалей в області додатних значень хімічного потенціалу та при енергіях збудження $\delta < |t'_0|/2$ (де $|t'_0|$ — параметр перескоку частинок). Установлено, що рід фазового переходу в цьому випадку змінюється на перший і наступне повернення до нормальної фази насправді не відбувається. Переходи першого роду існують і при від'ємній енергії δ 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 (Θ, μ) 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).

Обговорено поведінку 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 в масштабах фундаментальної довжини або й більших. Вивчення фізичних особливостей таких просторів простими засобами, без складного математичного апарату теорії струн, є цікавим із методичного погляду.

У доповіді розглянуто потенціал точкової маси в багатомірному просторі з частиною компактифікованих вимірів. Досліджено його поведінку на відстанях, набагато менших та набагато більших від радіуса компактифікації. Для цього використано два підходи: евристичний — із застосуванням теореми Гаусса, та точний — з аналізу функції Гріна рівняння Пуассона. Окремо проаналізовано випадки малорозмірних просторів та $3 + 1$ вимірного простору. Для останнього розглянуто рівняння Шрединґера з потенціалом точкової маси. Запропоновано наближені оцінки спектра.

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

НЕПЕРТУРБАЦІЙНИЙ РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СПЕКТРА АНГАРМОНІЧНОГО x^μ -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 із квазікласичними рівнями енергії фіксує вибір “метрологічної” моделі для конкретних систем і визначає точність запропонованого підходу.