



Наукова конференція

**Нові напрямки
у фізиці та астрофізиці**

(присвячена 60-річчю проф. І. О. Вакарчука)

ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Львів, 7–8 березня 2007 року

Нові напрямки у фізиці та астрофізиці

(конференція, присвячена 60-річчю проф. І. О. Вакарчука)

(Львів, 7–8 березня 2007 року)

Наукові напрямки:

- квантові рідини;
- статистична фізика;
- неупорядковані системи;
- фазові переходи;
- квантова механіка;
- гравітація та космологія;
- фізика зір та галактик;
- філософія науки

Організаційний комітет:

Голова — проф. Ткачук В. М.

ст. н. сп. Новосядлий Б. С.

проф. Луців Р. В.

проф. Стахіра Й. М.

проф. Зарічний М. М.

доц. Ровенчак А. А.

Програмний комітет:

Голова — проф. Стасюк І. В.

проф. Ваврух М. В.

проф. Блажиєвський Л. Ф.

проф. Якібчук П. М.

проф. Головач Ю. В.

проф. Мельник В. П.

Порядок денний

7 березня 2007 року (середа)

(вул. Кирила і Мефодія, 8; Велика Фізична аудиторія)

09:30–11:30 — *Рєєстрація учасників* (вул. Кирила і Мефодія, 8;
Велика Фізична аудиторія)

Веде І. Стасюк

10:00–10:30 — *Й. Стахіра*. Вступне слово

10:30–11:00 — *А. Загородній*. Ефективні потенціали взаємодії макрочастинок
у плазмі

11:00–11:30 — *Я. Яцків*. Науковий поступ (на прикладі розвитку теорії нутації
Землі)

11:30–12:00 — перерва на каву

12:00–12:30 — *М. Ваврух*. Новий варіант колективного опису моделі
сильнонеідеальної електронної рідини

12:30–13:00 — *М. Ткач*. Електрони, екситони і фонони у відкритих сферичних
квантових точках

13:00–13:30 — *М. Зарічний*. Функціональні простори, пов'язані
з деквантуванням

13:30–15:00 — перерва на обід

Веде М. Ткач

15:00–15:30 — *І. Стасюк*. Фазові переходи в сильноскорельованих
псевдоспін-електронних системах

15:30–16:00 — *Б. Новосядлий*. Космомікрофізика: дослідження структури
та складу Всесвіту, прихованої маси і темної енергії

16:00–16:30 — перерва на каву

16:30–17:30 — Презентація підручника: *І. О. Вакарчук*, “**Квантова механіка**”
(3-є вид.); веде *В. Ткачук*.

17:30–18:00 — Презентація книги: *Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер*,
“**Навігація. Основи визначення місцеположення
та скеровування**” (Переклад українською мовою:
С. Є. Апунович, С. В. Апунович. Науковий редактор перекладу:
академік НАНУ Я. С. Яцків); веде *Б. Новосядлий*.

8 березня 2007 року (четвер)
(вул. Кирила і Мефодія, 8; Велика Фізична аудиторія)

Веде Ю. Головач

10:00–10:30 — *Ю. Ситенко*. Топологічні дефекти вихрового типу: космічні струни у Всесвіті та дисклинації у вуглецевих наноструктурах

10:30–11:00 — *І. Мриггод*. Формалізм колективних збуджень у динаміці рідин та стекло

11:00–11:30 — *В. Мельник*. Проблема норм та ідеалів наукового пізнання

11:30–12:00 — перерва на каву

12:00–12:30 — *Л. Блажиєвський*. Про метод колективних змінних у статистичній фізиці рівноважних систем взаємодіючих частинок

12:30–13:00 — *О. Олемскої*. Складність ієрархічних ансамблів

13:00–13:30 — *В. Ткачук*. Квантова механіка в деформованому просторі

13:30–15:00 — перерва на обід

Веде Ю. Ситенко

15:00–15:30 — *Ю. Головач*. Статистична механіка складних мереж

15:30–16:00 — *І. Вакарчук*. Мої “Абу-Касимові капці”: бозе-конденсат в рідкому ${}^4\text{He}$

16:00–16:30 — перерва на каву

16:30–18:00 — Круглий стіл (ведуть *Ю. Головач, М. Зарічний, Б. Новосядлий, В. Ткачук*)

18:00 — *Закриття конференції*

Про метод колективних змінних у статистичній фізиці рівноважних систем взаємодіючих частинок

Л. Ф. Блажівський

**Кафедра теоретичної фізики
Львівського національного університету імені Івана Франка**

Дослідження термодинамічних і структурних характеристик рівноважних систем взаємодіючих частинок пов'язане з розрахунком статистичних сум канонічного або великого канонічного ансамблів. Одним із ефективних способів обчислення цих сум є метод колективних змінних.

Ідея методу полягає у тому, що статистичні суми взаємодіючих частинок виражають через середні значення статистичної суми однієї частинки в довільному зовнішньому полі з гаусівською функцією розподілу. Обговоримо такі питання:

1. Стандартні методи обчислення статистичних сум систем з далекосяжною взаємодією.
2. Можливість використання методу колективних змінних для побудови групових розвинень статистичних сум з короткосяжною взаємодією.
3. Застосування методу колективних змінних для отримання модифікованих групових розвинень, що ґрунтуються на виділенні параметра неідеальності системи із далекосяжною взаємодією.
4. Чисельний розрахунок вільної енергії кулонівської плазми на основі модифікованих групових розвинень для систем із “малою” і “помірною” неідеальністю. Порівняльний аналіз одержаних і відомих результатів.
5. Модифіковані групові розвинення для систем із двома типами взаємодії — далекосяжної і короткосяжної.

Метод колективних змінних при функціональному формулюванні статистичної механіки. Дослідження систем з неквадратичними за швидкостями лагранжіанами, слабoreлятивістської плазми тощо.

Новий варіант колективного опису моделі сильнонеідеальної електронної рідини

М. Ваврух, Н. Тишко

**Кафедра астрофізики
Львівського національного університету імені Івана Франка**

Сформульовано перенормовану теорію збурень для опису сильно неідеальних фермі-систем у рамках колективного підходу, що відрізняється як від методу Бома-Пайнса, так і методу зміщень і колективних змінних. Допускається довільне розбиття потенціалу Кулона на короткосяжну і далекосяжну складові, причому фур'є-зображення кожної складової є неперервною функцією хвильового вектора. Далекосяжні взаємодії враховуються в рамках електрон-плазмонної моделі, а базисною системою є модель, що складається з вільних електронів і невзаємодіючих плазмонів, чим забезпечується відсутність розбіжних діаграм теорії збурень. n -частинкові кореляції, породжені електрон-плазмонною взаємодією, описуються в термінах специфічних n -частинкових динамічних кореляційних функцій. Послідовний перехід від канонічної моделі електронної рідини до електрон-плазмонної моделі здійснюється за допомогою операторів переходу. Короткосяжні міжелектронні взаємодії враховуються в рамках наближення динамічного локального поля. Досліджено властивості поправки на локальне поле моделей з довільним вибором короткосяжної взаємодії. На прикладі системи зі слабою неідеальністю доведено, що результати цього підходу при довільному розбитті потенціалу збігаються з результатами наближення хаотичних фаз.

У рамках розвинутого підходу досліджено енергетичні і структурні характеристики моделі електронної рідини (структурний фактор, бінарна функція розподілу, кореляційна енергія) в широкій області параметра неідеальності ($0 < r_s \leq 30$). Одержані результати добре узгоджуються з результатами сучасних аналітичних та напіваналітичних розрахунків. Кореляційна енергія у згаданій області мало відхиляється від результатів розрахунку методом Монте-Карло.

Мої “Абу-Касимові капці”: бозе-конденсат у рідкому ${}^4\text{He}$

І. О. Вакарчук

**Кафедра теоретичної фізики
Львівського національного університету імені Івана Франка**

Виходячи з виразу для повної матриці густини системи N -взаємодіючих бозе-частинок, знайденої в [1], обчислено одночастинкову матрицю густини в координатному зображенні. При низьких температурах ця матриця в головному наближенні дає результати теорії Боголюбова. З одночастинкової матриці густини знайдено функцію розподілу частинок за імпульсами і досліджено явище бозе-айнштайнівської конденсації. Проведено чисельні розрахунки для рідкого гелію і знайдено температурну залежність середніх кінетичної та потенціальної енергій, теплоємності. Зокрема, обчислено температуру бозе-конденсації, максимум теплоємності в точці бозе-конденсації, енергію основного стану. Чисельні розрахунки зроблено з використанням замість потенціалу парної енергії взаємодії між частинками ${}^4\text{He}$ рідинного структурного фактору ${}^4\text{He}$, приведенного до температури абсолютного нуля.

Статистична механіка складних мереж

*Ю. Головач^{1,2}, О. Олемскої^{3,4}, К. фон Фербер^{5,6}, Т. Головач⁷,
О. Мриглод^{1,8}, І. Олемскої⁴, В. Пальчиков¹*

- ¹ Інститут фізики конденсованих систем НАН України, м. Львів
² Інститут теоретичної фізики університету Йогана Кеплера, м. Лінц
³ Інститут прикладної фізики НАН України, м. Суми
⁴ Сумський державний університет, м. Суми
⁵ Дослідний центр прикладної математики університету, м. Каветрі
⁶ Відділення теоретичної фізики полімерів університету, м. Фрайбург
⁷ Львівський національний університет імені Івана Франка
⁸ Національний університет “Львівська політехніка”

Здійснено огляд недавніх результатів емпіричних, числових та теоретичних досліджень складних мереж, що описують багато систем в природі і суспільстві. Прикладами можуть бути інтернет, www, нейронні, транспортні, розподільчі, соціальні мережі, мережі метаболізму, харчування, цитування та багато інших. Лише нещодавно фізики почали аналізувати мережі теоретично та емпірично, перші статті датуються кінцем 1990-их років. Мета досліджень змінилася від аналізу невеликих графів та властивостей окремих вершин та ребер до розгляду статистичних властивостей цих графів (мереж). Зі зміною мети змінилися і методи аналізу.

В огляді приведено короткий опис розвитку науки про мережі та охарактеризовано властивості деяких природніх мереж та мереж, що виникли внаслідок життєдіяльності людини. Наведено приклади трьох основних моделей мереж: класичного випадкового графа Ердоша-Рені, малого світу Ваттса-Строгаца та безмасштабної мережі Барабаші-Альберта. Подано вступ до статистичної механіки складних мереж, а також розглянено задачі, пов'язані з фазовими переходами та критичними явищами. Зокрема, описано різноманітні пов'язані з мережами явища, які можна описати в термінах теорії перколяції.

[1] *Ю. Головач, О. Олемскої, К. фон Фербер, Т. Головач, О. Мриглод, І. Олемскої, В. Пальчиков, Журн. фіз. досл. 10 (2006) (у друці).*

Проблема спонтанного порушення симетрії в рідинах. Застосування методу інтегральних рівнянь для кореляційних функцій

М. Ф. Головка

Інститут фізики конденсованих систем НАН України, м. Львів

За останні десятиліття метод інтегральних рівнянь Орнштейна-Церніке (ОЦ) став традиційним в теорії рідкого стану [1]. Це рівняння зв'язує між собою парну кореляційну функцію $h(12)$ з прямою кореляційною функцією $C(12)$ співвідношенням типу згортки. При наявності зовнішнього поля $\vartheta(1)$ внаслідок просторової неоднорідності рідини рівняння ОЦ містить профіль густини $\rho(1)$. Тому рівняння ОЦ доповнюється додатковим співвідношенням, одним з яких є набір рівнянь Ловета-Мю-Бафа-Вертайма [1]

$$\beta \nabla \vartheta(1) \rho(1) + \nabla \rho(1) = -\beta \rho(1) \int d^2 h(12) \rho(2) \nabla \vartheta(2)$$
$$\beta \nabla \vartheta(1) \rho(1) + \nabla \rho(1) = \int d^2 C(12) \nabla \rho(2)$$

Проблема спонтанного порушення симетрії виникає при фазовому переході рідини з просторово однорідної в неоднорідну фазу. При цьому з першого рівняння в границі $\vartheta(1) \rightarrow 0+$ впливає наявність далекосяжних кореляцій парної кореляційної функції, так званих голдстоунівських мод. Друге рівняння в розглядуваній границі веде до тотожності типу Уорда [2].

В даній доповіді проблеми спонтанного порушення симетрії ілюструються трьома різними задачами. Одна з них пов'язана з описом міжфазної області при фазовому переході рідина-газ. Друга задача зв'язана з виникненням орієнтаційного впорядкування. Третя задача пов'язана з описом рідин в пористих середовищах в рамках реплічного формалізму в спеціальних випадках, коли проблеми спонтанного порушення симетрії між різними репліками стають важливими. Демонструється виникнення далекосяжних кореляцій, які у першому випадку пов'язані з поширенням вздовж поверхні капілярних хвиль, в другому випадку – з флуктуаціями напрямку орієнтаційного впорядкування і в третьому випадку ведуть до далекосяжних кореляцій між частинками з різних реплік.

[1] *И. Р. Юхновский, М. Ф. Головка, Статистическая теория классических равновесных систем, К.: Наукова думка, 1980.*

[2] *M.F. Holovko, T.G. Sokolovska, J. Mol. Liquids, 82, 161 (1999).*

Effective interaction of macroparticles in a plasma

A. Zagorodny

Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, NAS of Ukraine, Kyiv

A new approach is proposed for analytical description of the effective grain potentials in dusty plasmas. The basic idea is to describe absorption of electrons and ions by grains in terms of the effective point sinks into the equations of plasma dynamics. The proposed approach makes it possible to find explicit relations for the potential and particle distributions near the grain. In particular, the theory under consideration confirms the existence of the long-range asymptotic of the effective potentials observed in numerical simulations. Dynamical screening of the moving dust particle is considered, as well. The energy of the grain interaction with the charge induced by the moving particle is calculated. The possibility of negative friction for moving grain is discussed.

Функціональні простори, пов'язані з деквантуванням

Михайло Зарічний

Кафедра геометрії та топології
Львівського національного університету імені Івана Франка

Ідемпотентна математика, тобто математика, у якій звичні операції замінено ідемпотентними (приклад: $x \oplus x = x$, де $\oplus = \max$), стала активно розвиватися в останні десятиліття. У працях представників школи Маслова ідемпотентна математика розглядається як “результат деквантування традиційної математики над числовими полями, коли стала Планка \hbar прямує до нуля, набуваючи уявних значень” [1].

Заакцептований принцип відповідності стверджує існування відповідності між результатами і конструкціями традиційної математики та результатами і конструкціями ідемпотентної математики.

У доповіді буде зроблено спробу проілюструвати цей принцип на прикладах просторів ідемпотентних мір на компактних, а також ультраметричних просторах. Відповідниками у традиційній математиці до таких просторів є звичні простори ймовірнісних мір (див. [2] щодо ультраметризації просторів ймовірнісних мір з компактними носіями на ультраметричних просторах).

[1] G. L. Litvinov, V. P. Maslov, *Correspondence principle for idempotent calculus and some computer applications*, (IHES/M/95/33), Institut des Hautes Etudes Scientifiques, Bures-sur-Yvette, 1995.

[2] E. P. de Vink, J. J. M. M. Rutten, *Bisimulation for probabilistic transition systems: a coalgebraic approach*, Theoretical Computer Science, **221**(1/2): 271–293, June 1999.

Quasi black holes

O. B. Zaslavskii

V. Karazin National University of Kharkiv

We suggest a brief review of quasi-black holes and discuss their general properties as compared to black holes.

In particular, we point out that infinite red-shifts are compatible in quasi black holes with the regularity of the geometry.

Проблема норм та ідеалів наукового пізнання

В. Мельник

Кафедра теорії та історії культури
Львівського національного університету імені Івана Франка

У сфері філософії і методології наукового пізнання особливої ваги набувають питання експлікації норм, ідеалів та критеріїв науковості. При з'ясуванні цієї проблематики слід враховувати відмінність у розумінні ідеалів та норм різних історичних етапів розвитку науки, її соціокультурної обумовленості, яка разом з тим не заперечує автономності наукового пізнання. Слід також враховувати специфіку об'єктів дослідження тої чи іншої науки.

Сформований класичний ідеал науковості передусім включає установку на самоцінність істини та цінність новизни. У свою чергу дійсно істинне знання має бути обґрунтованим (принцип фундаменталізму). Прагнення до фундаментальності обґрунтування наукового пізнання поєднується з установкою на встановлення нормативних стандартів науковості на базі дисциплін – “лідерів” наукового пізнання (передусім природознавства). В контексті класичного ідеала дискутується питання, зокрема, про математичний, фізичний та гуманітарний ідеал науковості.

Критика класичного ідеала науковості та пошук нових методологічних принципів формування нового ідеалу виявляється в плюралізації пошуку конкретно наукових стандартів (допустимість багатьох конкретних ідеалів науковості) та посиленню соціокультурної обумовленості наукового пізнання.

В умовах поширення ідей критичного раціоналізму та методологічного плюралізму особливої ваги набуває утвердження принципів гносеологічного оптимізму. Мова передусім іде про важливість (атрибутивність) процедури обґрунтованості наукового знання, зокрема, емпіричної (дослідної) обґрунтованості, яка охоплює процедури не тільки дослідного підтвердження теоретичного концепта стосовно його пізнавальних можливостей, але і разом з ним і вимогу (принцип) потенційної спостережуваності.

Крім того при усіх дискусіях, щодо нового, некласичного ідеалу науковості принцип об'єктивності наукового знання по суті не тільки не втрачає своєї важливості, а залишається принципово-фундаментальним чинником у науці.

Формалізм колективних збуджень у динаміці рідин та стекел

І. М. Мриглод, Т. М. Брик

Інститут фізики конденсованих систем НАН України, м. Львів

Рідкий стан, будучи проміжним між кристалічним та газовим, виникає як результат встановлення певного балансу між енергією та ентропією, між локальним впорядкуванням і тепловим рухом частинок. Відсутність макроскопічного структурного порядку і явно вираженого малого параметра призводить до суттєвих ускладнень у статистичному описі рідин. Ще більш складними для теоретичних досліджень є склоподібні системи, які, з одного боку, мають чимало спільних рис у поведінці з рідинами та твердотільними системами, а з іншого є принципово відмінними від них в силу своїх неергодичних властивостей.

Завданням цієї доповіді є, по-перше, представлення основних ідей динамічної теорії рідин та стекел у їх історичному розвитку з основним акцентом на колективні процеси, що визначають цілий ряд важливих властивостей цих об'єктів. По-друге, наша увага буде зосереджена, насамперед, на розвитку формалізму узагальнених колективних збуджень, що був сформульований в середині 90х років як метод, що має ряд принципових переваг у порівнянні з іншими підходами до вивчення динамічних властивостей багаточастинкових систем.

У першій частині доповіді планується обговорити різні критерії означення колективних збуджень у багаточастинкових системах і можливості їх експериментального спостереження, а також сформульовані базові ідеї методу узагальнених колективних мод. Результати теоретичних досліджень будуть проілюстровані на чисельних прикладах розрахунків, виконаних для моделей реалістичних рідин, зокрема бінарних та потрійних. Зауважимо, що бінарні рідини є надзвичайно широким і цікавим об'єктом для досліджень. Сюди, окрім сумішей простих рідин, що моделюються зазвичай як системи із леннард-джонсівськими взаємодіями, відносяться також деякі рідкі металічні розплави і іонні рідини (солеві розплави). З теоретичної точки зору при вивченні колективної динаміки сумішей виникає можливість дослідження деяких

специфічних проблем, які становлять як фундаментальний, так і прикладний інтерес. Зокрема, вивчаючи модельні бінарні системи із різним співвідношенням розмірів чи мас частинок, можна послідовно проаналізувати особливості їх колективної динаміки, починаючи від співмірних модельних параметрів і до границі безмежно великого їх співвідношення, імітуючи таким чином перехід до системи броунівських частинок у розчиннику. Інше важливе застосування, що планується обговорити, стосується вивчення проблеми збуджень фононного типу у рідинах та стеклах. Зокрема, для стекел буде розглянуто певний анзац, що базується на ідеях методу узагальнених колективних мод і дозволяє розрахувати спектри фононних збуджень у склоподібних системах. І на завершення будуть представлені результати досліджень, що стосуються питання про вплив на динаміку багаточастинкових систем далекосяжних кулонівських взаємодій, зокрема і в іонних рідинах, та роль електронної підсистеми у формуванні динамічних властивостей деяких систем, що традиційно досліджувалися в рамках класичних моделей.

Космомікрофізика: дослідження структури та складу Всесвіту, прихованої маси і темної енергії

Б. Новосядлий

**Астрономічна обсерваторія
Львівського національного університету імені Івана Франка**

Космомікрофізика — новий напрям досліджень у сучасній фізиці, який виник на стику фізики фундаментальних взаємодій, релятивістської астрофізики та космології. Динаміку розширення Всесвіту та його великомасштабну структуру визначають властивості частинок і полів, які його заповнюють, та фізичні процеси на самих ранніх етапах його еволюції. Отримані впродовж останніх десяти років спостережувані дані про флюктуації температури реліктового випромінювання, просторові розподіли та рухи галактик вказують на те, що світна речовина складає не більше 5 відсотків всієї маси-енергії спостережуваного Всесвіту, близько 25 відсотків складає темна матерія небаріонної природи, а решта — 70 відсотків — темна енергія, яка зумовлює його розширення із додатним прискоренням. Космомікрофізика (cosmoparticle physics у Європі та США) об'єднує фахівців різних галузей фізики та астрофізики для вивчення властивостей прихованих складових нашого Всесвіту, які значно переважають за густиною баріонну речовину. У доповіді буде висвітлено результати і перспективи участі університетської наукової групи в програмі досліджень з космомікрофізики, яка формується в Україні.

Складність ієрархічних ансамблів

О. І. Олемскої

Інститут прикладної фізики, м. Суми

Ієрархічна структура представляє одну з універсальних особливостей будови фізичних, біологічних, економічних та інших складних систем. Їх еволюція зводиться до аномальної дифузії в ультраметричному просторі самоподібної ієрархічної системи, стаціонарний розподіл по рівням якої визначається степеневим законом Цаліса. Відомою особливістю випадкових ієрархічних систем є розподіл кожного статистичного ансамбля на більш малі підансамблі при переході на більш глибокий рівень, які, у свою чергу, складаються із ще менших субансамблів наступного рівня і т. д. Зі статистичної точки зору набір указаних (під)ансамблів визначається *складністю* системи, яка за аналогією з ентропією характеризує безлад ієрархічного зв'язку.

У рамках комбінаторного підходу показано, що із збільшенням числа рівнів n складність збільшується згідно рівностям

$$C(n) = C_{\infty} - \frac{p_n^Q}{2(2Q-1)} \left[1 + Q(n+1) \left(\frac{p_n}{A} \right)^{Q-1} \right], \quad (1)$$
$$C_{\infty} \equiv \frac{1}{2} \frac{(2-Q)^Q}{(Q-1)^{1+Q}} \frac{1 + \Delta/(2Q-1)}{[1 + \Delta/(Q-1)]^{1+Q}},$$

де розподіл імовірностей задається степеневою залежністю

$$p_n = A [\Delta + (Q-1)(n+1)]^{-\frac{1}{Q-1}}, \quad A \equiv (2-Q) [(Q-1) + \Delta]^{\frac{2-Q}{Q-1}},$$

параметр Δ визначає дисперсію статистичного ансамбля. Згідно (1), складність монотонно зменшується з ростом дисперсії Δ і показника $1 \leq Q \leq 2$.

Topological defects of the vortex type: cosmic strings in Universe and disclinations in carbon nanostructures

Yu. A. Sitenko

**Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, NAS of Ukraine, Kyiv
Physics Department, National Taras Shevchenko University of Kyiv**

Topological defects appear as a consequence of spontaneous symmetry breaking in physical systems of various spatial dimensions. Cosmic strings are topological defects which are formed as a result of phase transitions at the early stage of evolution of the Universe. The recent synthesis of strictly two-dimensional atomic crystals (monolayers of carbon atoms) suggests possible applications in technology and industry and is promising a wealth of new phenomena. Topological defects (disclinations) on such layers are similar to the transverse sections of cosmic strings. Moreover, physically meaningful range of values of the deficit angle is extended to include also negative values which correspond to saddle-like cones or cosmic strings with negative tension.

Метод скороченого опису в динамічній теорії частинок, що слабо взаємодіють із гідродинамічним середовищем

Ю. В. Слюсаренко¹, С. О. Ніколаєнко²

¹ Інститут теоретичної фізики ім. О.І. Ахієзера ННЦ ХФТІ, м. Харків

² Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

Метод скороченого опису Боголюбова узагальнено для дослідження просторово — неоднорідних станів частинок, що слабо взаємодіють із гідродинамічним середовищем. Показано, що підсистема таких частинок може знаходитися як на кінетичному, так і на гідродинамічному етапах еволюції. На кінетичному етапі еволюції параметрами скороченого опису всієї системи є одностинкова функція розподілу для підсистеми частинок, а для середовища - п'ять гідродинамічних величин: густина, середня швидкість та температура середовища. Виведено систему пов'язаних рівнянь руху для параметрів скороченого опису у тому випадку, коли підсистема частинок, що слабо взаємодіють із гідродинамічним середовищем, знаходиться на кінетичному етапі еволюції. Розглянуто перехід від кінетичного до гідродинамічного етапу еволюції підсистеми частинок. У цьому випадку за параметри скороченого опису може бути обрано п'ять гідродинамічних параметрів середовища та густина частинок. Здобуто рівняння руху з урахуванням дисипативних процесів для параметрів опису на гідродинамічному етапі еволюції всієї системи. Знайдені рівняння, зокрема, можуть бути застосовані для опису нейтронів, що поширюються у середовищі без розмноження та захоплення.

Фазові переходи в сильноскорельюваних псевдоспін-електронних системах

І. В. Стасюк

Інститут фізики конденсованих систем НАН України, м. Львів

Однією з моделей, які використовуються протягом останніх років при описі систем з сильними електронними кореляціями, є псевдоспін-електронна модель (ПЕМ). Вона була запропонована у зв'язку з вивченням ефектів, пов'язаних з локальним ангармонізмом коливань ґратки, у високо-температурних надпровідниках. Модель набула також застосування при розгляді протон-електронних взаємодій та переносу заряду у системах з водневими зв'язками. Останнім часом ПЕМ використовується для дослідження ефективних іон-електронних взаємодій та фазових переходів при інтеркаляції домішок у напівпровідникових кристалах.

Доповідь присвячена обговоренню загальних проблем теорії сильноскорельюваних електронних систем; розглядаються базові моделі та основні методи їх дослідження. Дається огляд результатів, отриманих в рамках ПЕМ стосовно особливостей енергетичного спектру та термодинаміки, які викликані взаємодією з псевдоспіновою підсистемою. Описується різноманітність фазових переходів (переходи між однорідними фазами та до модульованих фаз; поява надпровідної фази). Окрема увага звертається на ефекти в інтеркальованих кристалах, де псевдоспіновий формалізм використовується для опису входження домішкових атомів у ґратку кристалу. Обговорюються умови, при яких процес інтеркаляції має характер фазового переходу, що супроводжується аномаліями електростатичної ємності та інших діелектричних характеристик базового матеріалу.

Електрони, екситони і фонони у відкритих сферичних квантових точках

М. Ткач, Ю. Сеті

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

На відміну від закритих наносистем, відкриті лише почали вивчатися на протязі кількох останніх років. Цьому є дві причини. Перша — історична, оскільки експериментальні дослідження наноплівки, квантових точок і дротів почалося саме із наногетеросистем закритого типу. Природньо, що й теоретичні роботи були спрямовані на дослідження фізичних явищ у закритих системах. Друга причина — фізична, адже для експериментального дослідження відкритих наносистем потрібна складна прецизійна апаратура, а розвинуті теоретичні методи вивчення закритих наносистем не переносяться безпосередньо на відкриті системи.

Фононний спектр у моделі діелектричного континууму вивчається незалежно від того чи наносистема відкрита, чи закрита. Спектри електронів і дірок у моделі ефективних мас і прямокутних потенціалів розраховуються точно за допомогою теорії S -матриці. Однак, уже екситонна задача, як задача двох взаємодіючих квазічастинок (електрона і дірки), у відкритій сферичній квантовій точці (СКТ) не розв'язується точно. Вона розв'язується двома наближеними методами: узагальненою теорією збурень, що базується на роботі з хвильовими функціями квазістаціонарних станів електронів і дірок, або на дослідженні екситонного спектра у тришаровій двоямній закритій СКТ з гранично великою товщиною зовнішнього шару-яма. Звичайно, обидва підходи дають однаковий результат: при типових товщинах шару-бар'єра електрон-діркова взаємодія приводить до малого від'ємного зміщення резонансного рівня екситона, величина якого зростає при збільшенні товщини бар'єра.

Розрахунок електрон- і екситон-фононної взаємодії виконувався в моделі тришарової закритої СКТ, оскільки лише вона дозволяє отримати повну ортонормовану систему хвильових функцій для електрона і дірки, на який здійснюється перехід до вторинного квантування у гамільтоніані взаємодії електронів і екситонів з фононами. Застосовуючи метод функцій Гріна при $T = 0$ К знайдено перенормування електронного і екситонного резонансних рівнів у відкритій СКТ. Показано, що від'ємне величина цього зміщення, в основному, обумовлена взаємодією з обмеженими фононами внутрішнього шару і вона збільшується зі збільшенням товщини шару-бар'єра.

Квантова механіка в деформованому просторі

В. М. Ткачук

**Кафедра теоретичної фізики
Львівського національного університету імені Івана Франка**

Першою публікацією на тему деформованого простору є робота Шнайдера (1947 р). В ній було введено Лоренц-коваріантну деформовану алгебру Гайзенберга, яка описувала квантований простір-час. Протягом тривалого часу було опубліковано лише кільканадцять робіт на цю тему. Інтерес був відновлений дослідженнями в теорії струн та квантовій гравітації, які передбачають існування ненульової мінімальної довжини. Мінімальна довжина може бути отримана в рамках малих квадратичних за імпульсами модифікацій канонічних комутаційних співвідношень. Тому останнім часом значний інтерес викликають квантово-механічні задачі з деформованою алгеброю Гайзенберга. У доповіді буде зроблено короткий огляд цих задач.

Науковий поступ (на прикладі розвитку теорії нутації Землі)

Я. С. Яцків

Головна астрономічна обсерваторія НАНУ, м. Київ

Подано інформацію щодо побудови теорії нутації Землі від відкриття цього явища Брадлеєм до сьогоднішнього дня.