КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
СЕМІНАР “ФІЛОСОФІЯ НАУКИ”

РІЗДВЯНІ ДИСКУСІЇ 2002

ПРОГРАМА І ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Львів, 4–5 січня 2002 року

4 січня 2002 року

11.00 — 11.45: В. Третяк. Врахування сил реакції випромінювання у релятивістичних системах взаємодіючих частинок.

12.00 — 12.45: Ю. Б. Чорній. Відносні інваріанти електромагнітного поля.

13.00 — 13.45: Л. Ф. Блажиєвський. Про хвильову функцію гармонічного осцилятора з тертям.

15.30 — 16.15: І. О. Вакарчук. Квазікласичний та $1/N$ розклади в квантовій механіці.

16.30 — 17.15: Т. Крохмальський. Декогеренція квантових систем.

17.30 — 18.15: В. Ткачук, С. Вакарчук. Квазіточно розв'язуване рівняння Паулі.

5 січня 2002 року

10.00 — 10.45: Т. Брик, І. Мриглод. Колективні збудження оптичного типу у бінарних рідинах.

11.00 — 11.45: В. Блавацька, К. фон Фербер, Ю. Головач. Полімери в пористому середовищі: нові скейлінгові закони.

12.00 — 12.45: М. Шпот, Г. В. Діль. Критична поведінка в анізотропній точці Лівшица.

13.00 — 13.45: І. В. Стасюк, О. В. Величко. Гратковий газ в неоднорідному локальному полі: "геометрична" реалізація моделі.

14.00 — 14.45: О. Держко. Процеси намагнічення при низьких температурах у спінових моделях магнетиків.

Дискусії відбуватимуться на кафедрі теоретичної фізики, вул. Драгоманова 12, ауд. 10.

Інформацію про дискусії можна знайти на сервері кафедри теоретичної фізики ЛНУ імені Івана Франка *http://www.ktf.franko.lviv.ua*

Полімери в пористому середовищі: нові скейлінгові закони

В. Блавацька[1], К. фон Фербер[2], Ю. Головач[1,3]
[1]*Інститут фізики конденсованих систем НАН України*
[2]*Університет Дюссельдорф, 40225 Дюссельдорф, ФРН*
[3]*Кафедра теоретичної фізики ЛНУ імені Івана Франка*

Досліджуються скейлінгові властивості довгих гнучких полімерних макромолекул у середовищі із дефектами, що скорельовані або належать до певних пористих структур. Застосовується метод теоретико-польової ренормалізаційної групи із використанням моделі випадкових блукань із самоуниканнями (SAWs) із N кроків на випадково розведеній гратці в асимптотичній границі $N \to \infty$. Відомо, що слабкий нескорельований точковий безлад не впливає на універсальні скейлінгові властивості SAWs (Y. Kim, J. Phys. C **16** (1983) 1345). Ми досліджуємо SAWs на d-вимірній гратці із замороженими домішками, що скорельовані за степеневим законом $\sim r^{-a}$ для великих відстаней r. Обчислення виконані із використанням розкладу при фіксованій вимірності простору $d = 3$, змінюючи значення кореляційного параметру $2 \leq a \leq 3$. Для отримання надійних кількісних результатів, до отриманих рядів застосовуються різні методи пересумовування (V. Blavats'ka, Ch. von Ferber and Yu. Holovatch, Phys. Pev. E **64** (2001) 041102). Знайдено, що скейлінгова поведінка полімерів у середовищі із далекосяжно-скорельованим безладом характеризується набором нових показників в інтервалі $a_{marg} \leq a < 3$. Нижче значення $a = a_{marg}$ сильні кореляції безладу спричинюють колапс полімерного ланцюга.

Про хвильову функцію гармонічного осцилятора з тертям

Л. Ф. Блажиєвський
Кафедра теоретичної фізики ЛНУ імені Івана Франка

Колективні збудження оптичного типу у бінарних рідинах

Т. Брик, І. Мриглод
Інститут фізики конденсованих систем НАН України

Метод узагальнених колективних мод застосовується для дослідження мікроскопічної динаміки бінарної рідини поза гідродинамічною областю. Основний акцент робиться на пошук розв'язків узагальнених рівнянь Ланжевена, що відповідають повздовжнім та поперечним фононним збудженням оптичного типу. Доведено, що величина згасання збуджень оптичного типу визначається коефіцієнтом взаємної дифузії та значенням статичного структурного фактора 'концентрація-концентрація' $S_{xx}(k)$ при $k = 0$, яке є мірою наближення системи до точки розшарування. Показано, що в газових сумішах колективні збудження оптичного типу є нестійкими в довгохвильовій границі, проте можуть виникати при певному характерному масштабі, що визначається величиною граничного хвильового вектора $k_{\rm H}$, і відіграють при цьому суттєву роль на мезоскопічних просторових відстанях.

Отримані аналітичні результати порівнюються із числовими розрахунками, що проводилися методом молекулярної динаміки для бінарної суміші KrAr із потенціалами взаємодії типу Леннард-Джонса, для металічного сплаву $Mg_{70}Zn_{30}$, а також для газової суміші HeNe. На основі запропонованого формалізму колективних фононних збуджень оптичного типу обговорюється можливість пояснення явища "швидкого" звуку в рідкому металічному сплаві Li_4Pb та перспективи його застосування для опису аморфних систем і переохолоджених рідин.

Квазікласичний та $1/N$ розклади в квантовій механіці

І. О. Вакарчук
Кафедра теоретичної фізики ЛНУ імені Івана Франка

Для частинки, що рухається у N-вимірному просторі в полі силового центра за допомогою теорії збурень Релея-Шредінгера для ангармонічного осцилятора обчислено власні значення енергії E/N з точністю до $(\hbar/N)^3$ включно. Досліджено декілька конкретних моделей. Ці результати можуть представляти інтерес у зв'язку з вивченням так званих квазіточно розв'язуваних модельних задач методами суперсиметричної квантової механіки.

Процеси намагнічення при низьких температурах у спінових моделях магнетиків

О. Держко
Інститут фізики конденсованих систем НАН України
Кафедра теоретичної фізики ЛНУ імені Івана Франка

Інтерес до аналізу залежності намагніченість – прикладене поле при низьких температурах у одновимірних спінових моделях магнетиків зріс після роботи Ошікави, Яманаки і Афлека (M. Oshikawa, M. Yamanaka, and I. Affleck, Phys. Rev. Lett. **78,** 1984 (1997)), в якій було показано, що у спін-s аксіально-симетричних ланцюжках з періодом основного стану p намагніченість m задовольняє умову $p(s-m)=$ ціле число. Обчислення залежності m^z від величини поперечного поля у спін-$\frac{1}{2}$ ізотропному XY ланцюжку демонструє явно, як реалізується ця умова квантування намагніченості і з'являються "плато" у залежності намагніченість – поле. Аналогічне обчислення для спін-$\frac{1}{2}$ ланцюжка Ізинга в поперечному полі показує відсутність "плато", чого й слід було очікувати з симетрійних міркувань. З другого боку, класичний ($s\to\infty$) ізотропний XY ланцюжок (чи ланцюжок Ізинга в поперечному полі) теж може виявляти сходинкоподібну залежність m^z від величини прикладеного поперечного поля. Щоб прослідкувати як відбувається перехід від квантового режиму ($s=\frac{1}{2}$) до класичного режиму ($s\to\infty$) пропонується використати ренормалізаційно-груповий підхід Дрелла, Вейнстейна, Янкєловіча (S. D. Drell, M. Weinstein, and S. Yankielowicz, Phys. Rev. D **16,** 1769 (1977)), розроблений для обчислення низькоенергетичних рівнів гамільтоніанів у квантовопольових теоріях на гратці.

Декогеренція квантових систем

Т. Крохмальський
Інститут фізики конденсованих систем НАН України

Декогеренція квантової системи це процес переходу (редукції) чистих (суперпозиційних) квантових станів в стани сумішей, що на мові матриці густини означає зменшення до нуля її позадіагональних елементів. Причиною декогеренції квантової системи є заплутування її станів із станами оточення. Декогеренцію при вимірюванні іще називають колапсом хвильової функції.

Гратковий газ в неоднорідному локальному полі: "геометрична" реалізація моделі

І. В. Стасюк[1,2], О. В. Величко[1]
[1]*Інститут фізики конденсованих систем НАН України*
[2]*Кафедра теоретичної фізики ЛНУ імені Івана Франка*

На основі моделі граткового газу розглядаються термодинамічні властивості системи частинок з далекосяжною взаємодією при наявності неоднорідного локального поля, яке діє на частинки. Конкретною реалізацією моделі є задача про адсорбцію дипольних частинок на поверхнях тіл різної форми у зовнішньому електричному полі, або ж про інтеркаляцію (адсорбцію) таких частинок у пористих середовищах. Проводиться розрахунок основних термодинамічних функцій і досліджуються стійкі рівноважні стани системи. Вивчаються фазові переходи між фазами з різною концентрацією частинок (ступенем покриття поверхонь) і різними значеннями сумарного дипольного моменту. Такі переходи відбуваються при зміні рівня хімічного потенціалу дипольних частинок в оточуючому середовищі, напруженості електричного поля або температури. Отримані результати ілюструються на прикладі тіл (чи пор), поверхні яких мають сферичну форму або складаються з плоских граней.

Квазіточно розв'язуване рівняння Паулі

В. Ткачук, С. Вакарчук
Кафедра теоретичної фізики ЛНУ імені Івана Франка

Ми розглянули рух електрона в площині, перпендикулярній до аксіально-симетричного магнітного поля. Використовуючи метод суперсиметрії, знайдено квазіточно розв'язуване магнітне поле з явно відомими хвильовими функціями для нульового та одного збудженого енергетичного рівнів.

Врахування сил реакції випромінювання у релятивістичних системах взаємодіючих частинок

В. Третяк
Інститут фізики конденсованих систем НАН України

У класичній релятивістичній електродинаміці сили реакції випромінювання описуються відомою формулою Лоренца-Дірака, яка містить третю похідну від координат частинки. Це приводить до низки проблем з фізичною інтерпретацією "зайвих розв'язків", які не визначаються заданням початкових координат і швидкостей частинок. Особливо яскраво ці проблеми проявляються у розгляді однієї зарядженої частинки зі своїм власним електромагнетним полем.

У описі системи взаємодіючих частинок умови Пуанкаре-інваріянтности вимагають використання лаґранжіянів, залежних від похідних нескінченно високого порядку, які приводять до нелокальних у часі рівнянь руху. В наближеннях за константою взаємодії або c^{-1} маємо рівняння скінченного порядку, але вищого, ніж другий, і з ростом порядку наближення порядок рівнянь руху звичайно зростає. Для роботи з такими рівняннями руху було запропоновано принцип відбору фізичних розв'язків, що мають бути аналітичними за малим параметром і задовольняти рівняння руху другого порядку. Ці рівняння будуються методом послідовних наближень шляхом виключення вищих похідних за допомогою рівнянь руху нижчих порядків наближення. Тут пропонується застосувати цю ж процедуру до розгляду рівнянь руху системи взаємодіючих частинок за наявности сил реакції випромінювання. Такі рівняння руху не випливають природним чином з жодного варіяційного принципу, що однак не обмежує можливостей їх побудови та дослідження методами релятивістичної теорії прямих взаємодій.

У рамах наближення за константою взаємодії побудовано перші нетривіяльні поправки до рівнянь руху другого порядку для широкого класу взаємодій, що характеризуються дією типу Фоккера і включають фізично важливі випадки електродинаміки й загальної теорії відносности. Рівняння подано у явно коваріянтному та тривимірному одночасовому виглядах і доведено, що вони задовольняють умови предиктивности й Пуанкаре-інваріянтности.

Для слабкорелятивістичної системи частинок у першому нетривіяльному порядку наближення, коли проявляються ефекти випромінювання — порядку c^{-3} — знайдено неточкове перетворення координат, яке взагалі усуває з рівнянь руху доданок, що відповідає реакції випромінювання. У нових координатах рівняння руху можна одержати з функції Лаґранжа (для електромагнетної взаємодії це лаґранжіян Дарвіна) та побудувати гамільтонів опис з канонічними ґенераторами групи Пуанкаре. Знайдено теж функцію Лаґранжа (залежну від прискорень) і збережні величини у термінах вихідних фізичних змінних.

Відносні інваріанти електромагнітного поля

Ю. Б. Чорній
Кафедра астрофізики ЛНУ імені Івана Франка

Із спеціальних перетворень Лоренця для компонент електромагнітного поля знайдено величини, що зберігаються лише для пар інерційних систем відліку із заданою відносною швидкістю:

$$E_y^2 \,-\, 2\frac{V}{c}E_yH_z \,+\, H_z^2 \,=\, E_y^{'2} \,+\, 2\frac{V}{c}E_y^{'}H_z^{'} \,+\, H_z^{'2}, \tag{1}$$

$$E_z^2 \,+\, 2\frac{V}{c}E_zH_y \,+\, H_y^2 \,=\, E_z^{'2} \,-\, 2\frac{V}{c}E_z^{'}H_y^{'} \,+\, H_y^{'2}, \tag{2}$$

$$E_x^2 \,=\, E_x^{'2}, \qquad H_x^2 \,=\, H_x^{'2}, \tag{3}$$

$$(E_x^2 + E_y^2 + E_z^2) - 2\frac{V}{c}(E_yH_z - E_zH_y) + (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2) = \tag{4}$$

$$= (E_x^{'2} + E_y^{'2} + E_z^{'2}) + 2\frac{V}{c}(E_y^{'}H_z^{'} - E_z^{'}H_y^{'}) + (H_x^{'2} + H_y^{'2} + H_z^{'2}).$$

Для пар систем з різними відносними швидкостями ці величини є відповідно різними. Тому їх можна назвати інваріантами пар інерційних систем відліку. Вони цікаві тим, що через присутність відносної швидкості V не можуть бути безпосередньо зведені до інваріантів $E^2 - H^2$ та $\vec{E} \cdot \vec{H}$. В зв'язку з цим їх ще можна назвати відносними інваріантами. Саме слово "інваріант" може відповідати змісту виразів (1), (2), оскільки вони є квадратичною формою і можуть розглядатись, як квадрати довжин векторів у евклідовому 4-просторі, які розкладені на складові в деяких косокутніх системах координат.

Критична поведінка в анізотропній точці Лівшица

М. Шпот[1], Г. В. Діль[2]
[1] *Інститут фізики конденсованих систем НАН України*
[2] *Університет Ессен, 45117 Ессен, ФРН*

Точка Лівшица (ТЛ) – це особлива мультикритична точка фазової діаграми. В цій точці "зустрічаються" три фази: високотемпературна невпорядкована і дві низькотемпературні, по різному упорядковані – однорідна і періодично модульована. Прикладом спінової системи, в якій реалізується ТЛ є ANNNI-модель – модель Ізинга з конкуруючими феро- і антиферомагнітними взаємодіями вздовж вибраного напряму.

За допомогою теоретико-польових методів ми розрахували критичні показники, що характеризують m-кратно вироджені ТЛ, з точністю до ϵ_L^2, де $\epsilon_L = 4 + \frac{m}{2} - d$ – відхилення від верхньої граничної розмірності простору. Вперше за 25 років "існування" моделі ці показники отримані для довільних значень $0 < m < d$, причому явно продемонстровано існування обидвох ізотропних границь – $m \to d$, що відповідає ізотропній ТЛ, і $m \to 0$, що відповідає звичайній критичній точці.