ПЕРСОНАЛІЇ, ХРОНІКА, БІБЛІОГРАФІЯ
PERSONALIA, MEETINGS, BIBLIOGRAPHY

ЛЬВІВСЬКО-ВАРШАВСЬКИЙ СЕМІНАР “ФІЛОСОФІЯ НАУКИ”
(Варшава, 20–30 вересня 2001 року)

LVIV-WARSAW WORKSHOP “PHILOSOPHY OF SCIENCE”
(Warsaw, September 20–30, 2001)

Із 20 до 30 вересня 2001 р. у Варшавському університеті в межах угоди між Львівським та Варшавським університетами відбувся другий семінар “Філософія науки”. Його координаторами є кафедра теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка і Центр досліджень античної традиції в Польщі та Центральносхідній Європі Варшавського університету на чолі з проф. Єжи Аксером. Керівники семінару — проф. Іван Вакарчук (Україна) та проф. Яцек Ядацкі (Польща). Цьогорічна зустріч була присвячена проблемам логічних аспектів пізнання, що і знайшло відбиток у її назві: “Сучасні логічно-метафізичні контроверсії”. Лекції на семінарі читали провідні фахівці-науковці та філософи із Львівського університету та Інституту філософії й Центру досліджень античної традиції Варшавського університету. Слухачами були маґістранти й аспіранти з України та Польщі. Традиційно робочими мовами семінару були польська, українська та англійська. Нижче подаємо теми виголошених на семінарі доповідей.

1. Богдан Дзьобковскі, Про “уприроднення” епістемології
2. Рената Вєчорек, Два арґументи Гіларі Путмана на користь заперечення метафізичного реалізму
3. Йоанна Ґенґотек, Методологічні корені метафізичних засад
4. Марія Зубрицька, Дискусії про “кінець” у філософії — історії — літературі
5. Флорій Бацевич, Філософія мови очима лінґвіста
6. Маріуш Ґриґ’янєц, Про універсалії (критика певної арґументації)
7. Іван Вакарчук, Кіт Шрединґера і проблема двох культур
8. Вітольд Стравіньскі, Про редукціонізм і емерґентизм у науці
9. Кшиштоф Вуйтовіч, Про способи обґрунтування в математиці
10. Яцек Ядацкі, Про філософський релятивізм
11. Анна Вуйтовіч, Про атомарні висловлювання
12. Євген Віноградов, Конструктивістичні тенденції у сучасній аналітичній філософії
13. Ельжбєта Калушиньска, Про конструктивізм
14. Володимир Ткачук, Нові експерименти та основи квантової теорії
15. Анна Єдинак, Пізнавальна роль мови за Казимиром Айдукевичем
16. Юзеф Стухліньскі, Про природу істини
17. Михайло Білинський, Фактор Чекановського в епістемології англійських дієслів та віддієслівних форм
18. Мєшко Таласєвіч, Про сенс предикатів

Володимир Ткачук, Тарас Яворський

“РІЗДВЯНІ ДИСКУСІЇ 2002”
НА КАФЕДРІ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ЛНУ ІМ. І. ФРАНКА
(Львів, 4–5 січня 2002 року)

“CHRISTMASS DISCUSSIONS 2002”
AT THE DEPARTMENT FOR THEORETICAL PHYSICS
OF THE IVAN FRANKO NATIONAL UNIVERSITY OF LVIV
(Lviv, January 4–5, 2002)

На кафедрі теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка 4–5 січня 2002 року проходили, вже традиційні, Різдвяні наукові дискусії. Предметом цьогорічних дискусій стали проблеми квантової механіки, релятивістських систем багатьох частинок, фізики твердого тіла та фазових переходів. Нижче подаємо анотації виголошених доповідей.

ПОЛІМЕРИ В ПОРИСТОМУ СЕРЕДОВИЩІ: НОВІ СКЕЙЛІНҐОВІ ЗАКОНИ

В. Блавацька[1], *К. фон Фербер*[2], *Ю. Головач*[1,3]
[1]*Інститут фізики конденсованих систем НАН України, Львів*
[2]*Університет Фрайбурґа, 79104, Фрайбурґ, ФРН*
[3]*Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра теоретичної фізики*

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

ПРО ХВИЛЬОВУ ФУНКЦІЮ ГАРМОНІЧНОГО ОСЦИЛЯТОРА З ТЕРТЯМ

Л. Ф. Блажиєвський
Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра теоретичної фізики

Розглядаємо хвильовий гармонічний осцилятор під дією сили тертя. Класичне рівняння руху можна отримати зі звичайного лаґранжіяна для осцилятора, якщо тільки припустити, що маса залежить від часу: $m(t) = m_0 e^{rt}$. Тоді для розрахунку функції Ґріна шредінґерівського рівняння зручно використати фейнманівський формалізм інтеґрування за траєкторіями конфіґураційного простору. Досліджено часову еволюцію хвильової функції та квазірівнів енерґії. Розглянуто випадки великих і малих значень диспативних сил.

КОЛЕКТИВНІ ЗБУДЖЕННЯ ОПТИЧНОГО ТИПУ В БІНАРНИХ РІДИНАХ

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

Метод узагальнених колективних мод застосовано для дослідження мікроскопічної динаміки бінарної рідини поза гідродинамічною ділянкою. Основний акцент зроблено на пошук розв'язків узагальнених рівнянь Ланжевена, що відповідають поздовжнім 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_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 потенціялами 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 обговорено 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 У КВАНТОВІЙ МЕХАНІЦІ

І. О. Вакарчук
Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра теоретичної фізики

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

ПРОЦЕСИ НАМАГНЕЧЕННЯ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ У СПІНОВИХ МОДЕЛЯХ МАГНЕТИКІВ

О. Держко
Інститут фізики конденсованих систем НАН України, Львів
Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра теоретичної фізики

Інтерес до аналізу залежности намагнеченість — прикладене поле при низьких температурах в одновимірних спінових моделях магнетиків зріс після роботи Ошікави, Яманаки і Афлека [M. Oshikawa, M. Yamanaka, I. Affleck, Phys. Rev. Lett. **78**, 1984 (1997)], у якій було показано, що у спін-s аксіяльно-симетричних ланцюжках з періодом основного стану p намагнеченість m задовольняє умову $p(s-m)$ = ціле число. Обчислення залежности m^z від величини поперечного поля у спін-$\frac{1}{2}$ ізотропному XY ланцюжку демонструє явно, як реалізується ця умова квантування намагнечености і з'являються "плато" в залежності намагнеченість — поле. Аналогічне обчислення для спін-$\frac{1}{2}$ ланцюжка Ізинґа в поперечному полі показує відсутність "плато", чого й слід було очікувати із симетрійних міркувань. З другого боку, класичний ($s \to \infty$) ізотропний XY ланцюжок (чи ланцюжок Ізинґа 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 використатити ренормалізаційно-груповий підхід Дрелла, Вейнстейна, Янкєловіча [S. D. Drell, M. Weinstein, S. Yankielowicz, Phys. Rev. D **16**, 1769 (1977)], розроблений для обчислення низькоенерґетичних рівнів гамільтоніянів у квантовопольових теоріях на ґратці.

ДЕКОГЕРЕНЦІЯ КВАНТОВИХ СИСТЕМ

Т. Крохмальський
Інститут фізики конденсованих систем НАН України, Львів

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

ҐРАТКОВИЙ ГАЗ У НЕОДНОРІДНОМУ ЛОКАЛЬНОМУ ПОЛІ: "ГЕОМЕТРИЧНА" РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ

І. В. Стасюк, О. В. Величко
Інститут фізики конденсованих систем НАН України, Львів

На основі моделі ґраткового газу розглянуто 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 в зовнішньому електричному полі, або ж про інтеркаляцію (адсорбцію) таких частинок у пористих середовищах. Розраховано основні термодинамічні функції і досліджено стійкі рівноважні стани системи. Вивчено фазові переходи між фазами з різною концентрацією частинок (ступенем покриття поверхонь) і різними значеннями сумарного дипольного моменту. Такі переходи відбуваються при зміні рівня хемічного потенціялу 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
Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра теоретичної фізики

Ми розглянули рух електрона в площині, перпендикулярній до аксіяльно-симетричного магнетного поля. За допомогою методу суперсиметрії знайдено квазіточно розв'язуване магнетне поле з явно відомими хвильовими функціями для нульового та одного збудженого енерґетичного рівнів.

УРАХУВАННЯ СИЛ РЕАКЦІЇ ВИПРОМІНЮВАННЯ В РЕЛЯТИВІСТСЬКИХ СИСТЕМАХ ВЗАЄМОДІЮЧИХ ЧАСТИНОК

В. Третяк
Інститут фізики конденсованих систем НАН України, Львів

У класичній релятивістській 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 в розгляді однієї зарядженої частинки зі своїм власним електромагнетним полем.

В 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 наявності сил реакції випромінювання. Такі рівняння руху не випливають природним чином з жодного варіяційного принципу, що, однак, не обмежує можливостей їх побудови та дослідження методами релятивістської теорії прямих взаємодій.

У межах 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 в явно коваріянтному та тривимірному одночасовому виглядах і доведено, що вони задовольняють умови предиктивности й Пуанкаре-інваріянтности.

Для слабкорелятивістської 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 ІНВАРІЯНТИ ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГО ПОЛЯ

Ю. Чорній
Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра астрофізики

Із спеціяльних перетворень Лоренца для компонент електромагнетного поля отримано величини, що зберігаються для пар інерційних систем відліку із заданою постійною відносною швидкістю, однак для різних пар є відповідно різними. З їх використанням знайдено зв'язок між густиною енерґії і густиною імпульсу поля. Показано, що він залежить від відносної швидкости інерційних систем у перетвореннях Лоренца.

КРИТИЧНА ПОВЕДІНКА В АНІЗОТРОПНІЙ ТОЧЦІ ЛІВШИЦА

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

Точка Лівшица (ТЛ) — це особлива мультикритична точка фазової діяграми. У цій точці "зустрічаються" три фази: високотемпературна невпорядкована і дві низькотемпературні, по-різному упорядковані — однорідна й періодично модульована. Прикладом спінової системи, в якій реалізується ТЛ, є ANNNI-модель — модель Ізинґа з конкуруючими феро- і антиферомагнетними 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 розмірности простору. Вперше за 25 років "існування" моделі ці показники отримані для довільних значень $0 < m < d$, причому явно продемонстровано існування обох ізотропних границь — $m \to d$, що відповідає ізотропній ТЛ, і $m \to 0$, що відповідає звичайній критичній точці.

"ISING LECTURES – 2002": THE 6TH ANNUAL SEMINAR ON PHASE TRANSITIONS AND CRITICAL PHENOMENA
(Lviv, March 12–14, 2002)

"ІЗИНҐІВСЬКІ ЧИТАННЯ – 2002": 6-ИЙ ЩОРІЧНИЙ СЕМІНАР ІЗ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ ТА КРИТИЧНИХ ЯВИЩ
(Львів, 12–14 березня 2002 р.)

The idea to set-up in Lviv an annual seminar on phase transitions and critical phenomena holding the name of "Ising lectures" arose in 1997, when a group of Lviv physicists learned from Professor Sigismund Kobe about the life path of Ernest Ising (see S. Kobe, J. Stat. Phys. **88**, 991 (1997) and J. Phys. Stud. **2**, 1 (1998)). For many of us the name of Ising was deep in the beginning of history of phase transitions theory and we were really surprized learning that he was still in good health then and hearing about his life and adventures during the period after the "Ising model" was born. The Ising model is one of the classical models in physics of phase transitions and it seemed for us quite natural to call the seminar by the name of Ising. Since 1997 the seminar has been regularly organized by the Institute for Condensed Matter Physics of the National Acad. Sci. of Ukraine and Ivan Franko National University of Lviv. The seminar aims at promoting and deepening studies of critical phenomana as well as exchanging information between scholars working in this field. More detailed information may be achieved from our institute's server: http://www.icmp.lviv.ua following links "conferences" and "Ising Lectures".

This year the program of the seminar consisted of seven lectures given by the leading scholars in their fields. Each of the lectures contained both a review giving the comprehensive state-of-art in the subject chosen by the lecturer as well as the original part. The last was presented in the way which allowed also an understanding by students which widely attended the seminar. On behalf of the organizers I would like to express warmest appreciation to the lecturers for their excellent work as well as to the Science Support Foundation (Lviv) and the Institute for Condensed Matter Physics of the National Acad. Sci. of Ukraine for a partial financial support. The abstracts of the lectures are given below in the order the letures were given.

Yurij Holovatch

PHASE TRANSITIONS IN STRONGLY CORRELATED ELECTRON SYSTEMS. EXACTLY SOLVABLE MODELS

Ihor Stasyuk
Institute for Condensed Matter Physics, National Acad. Sci. of Ukraine, Lviv, Ukraine

Some problems of the theory of strongly correlated electron systems are discussed in the lecture. A brief review of the history of the main ideas and model development (from the Bogoliubov polar model of the metal, Hubbard model and its extensions to the Falicov–Kimball and pseudospin-electron models) is given.

The dynamical mean field theory (DMFT) approach, which is exact in the limit of the infinite dimension of space, is presented on the example of the binary alloy lattice model. It provides a derivation of equations for the coherent potential and electron Green's function in an analytic form as well as expressions for the grand canonical potential and static susceptibilities in the cases of the exactly solvable models.

Besides the binary alloy model the pseudospin-electron model (PEM) and Falicov–Kimball (FK) one belong to the models of this kind. The results of recent investigations of the FK model performed by various groups are discussed. The main features of the energy spectrum and thermodynamics of the model as well as phase transitions into modulated or segregated phases are considered.

Special attention is paid in the lecture to the pseudospin-electron model which appeared in the last few years in connection with the investigation of the high-T_c superconductors and systems with hydrogen bonds (the model is closely related to the FK model but differs by the regime of the thermodynamical averaging procedure). The results of investigation of the equilibrium states of PEM (using its various versions) within the DMFT scheme and by means of the generalized random phase approximation are analyzed and compared. The possibilities of application of the PEM to the description of inhomogeneous states and structure instabilities in the high-T_c superconducting systems are discussed.

THE RANDOM POTTS MODEL

Bertrand Berche
Université Henri Poincare, Nancy–1, France

Influence of uncorrelated, quenched disorder on the phase transition of two dimensional Potts models will be reviewed. After an introduction where the conditions of relevance of quenched randomness on phase transitions are exemplified by some experimental measurements, the results of perturbative and numerical investigations in the case of the Potts model will be presented. The Potts model is of particular interest, since it can have in the pure case a second-order or a first-order transition, depending on the number of states per spin. In 2d, transfer matrix calculations and Monte Carlo simulations are used in order to check the validity of conformal invariance methods in disordered systems. These techniques are then used to investigate the universality class of the disordered Potts model, in both regimes of the pure model phase transitions. A test of replica symmetry is made possible through a study of multiscaling properties.

TWO-DIMENSIONAL POLYMERS, THE EDWARDS MODEL AND $O(N=0)$ FIELD THEORY

Christian von Ferber
Universität Freiburg, Germany

In this lecture, we discuss the scaling properties of long flexible polymer chains in two dimensions. We compare perturbative expansions of the Edwards model, lattice Monte Carlo simulations, and exact results using conformal invariance and 2D quantum gravity for the (scaling) properties of random walks with self and/or mutual avoidance interactions. We are especially interested in the question of the universality of the problem of self and mutually avoiding walks in two dimensions (2D), as well as in validating multifractality found in these situations by field theoretic methods based on the Edwards model and by a conformal theory.

We focus on model star copolymers in two dimensions: walks or polymers of different species with a common starting point; the species avoid each other mutually. In our field theoretic approach we mapped the problem of finding the scaling properties of the copolymer star to that of determining the anomalous dimensions of appropriate local field operator products. Resummation of the perturbation series for these dimensions provides reliable numeric values for a family of exponents that displays multifractal behavior.

A recent extension of the conformal theory for 2D polymers to random graphs using methods of 2D gravity has revealed an exact derivation of this multifractal spectrum which is in remarkable coincidence with the perturbative results for a number of situations.

To further investigate this coincidence with respect to universality and moreover to uncover the reasons for deviations, we have undertaken a series of MC simulations on the lattice where the implementation of avoidance and topological restrictions of 2D polymers is most natural. While we confirm the universality of the 2D star copolymer problem of walks with topological avoidance it appears to constitute a class separate from the 2D Edwards and $O(n)$ models with repelling interactions.

FIELD THEORETICAL APPROACHES IN THE SUPERCONDUCTING PHASE TRANSITION

Flavio Nogueira
Freie Universität Berlin, Germany

Several field theoretical approaches to the superconducting phase transition are discussed. Emphasis is given to theories of scaling and renormalization group in the context of the Ginzburg–Landau theory and its variants. Also discussed is the duality approach, which allows access to the strong coupling limit of the Ginzburg–Landau theory.

RELAXATION IN QUANTUM SPIN CHAINS

Dragi Karevski
Université Henri Poincare, Nancy–1, France

The aim of this lecture is to give a pedagogical introduction to the exact equilibrium and nonequilibrium properties of free fermionic quantum spin chains. In a first part we present in full details the canonical diagonalisation procedure and review quickly the equilibrium dynamical properties. The phase diagram is analysed and possible phase transitions are discussed.

The remaining part is devoted to the nonequilibrium dynamical behaviour of such quantum chains relaxing from a nonequilibrium pure initial state. In particular, a special attention is paid to the relaxation of transverse magnetization. Two-time linear response functions and correlation functions are also considered, giving insights on the nature of the final nonequilibrium stationary state. The possibility of aging is also discussed.

SOME FACTS ABOUT THE MATHEMATICAL THEORY OF THE ISING MODEL AND ITS GENERALIZATIONS

Yurij Kozitsky
Marie Skłodowska University, Lublin, Poland

The first part of the lecture gives an outlook of the main aspects of the mathematical theory of the Ising model. The existance and differentiability of the infinite volume free energy density, including the properties connected with the Lee–Yang theorem, are discussed. Then the equilibrium state of the model as a probability measure on the space of configurations is introduced, a number of its properties are described. In particular, the nonuniqueness/phase transitions properties are discussed on the base of Dobrushin's criterion, as well as of the Lebowitz/Martin–Löf analiticity results. In the second part of the lecture, the above scheme is applied to the Ising model with a transverse field (De Gennes model), which contains non-comutative operators. Here the Euclidean approach, in which quantum states are represented by probability measures, is employed.

QUANTUM PHASE TRANSITIONS IN ALTERNATING TRANSVERSE ISING CHAINS

Oleg Derzhko
Institute for Condensed Matter Physics, National Acad. Sci. of Ukraine
and Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

We start from recalling generally known topics of the phase transition theory: phase transitions of the first and the second order in classical systems at nonzero temperature, the Onsager solution of the square-lattice Ising model, critical behaviour of the physical quantities, universality, scaling, renormalization group. Then we turn to the basic concepts of quantum phase transition theory discussing the experiment of Bitko, Rosenbaum and Aeppli (1996) on Ising system ($LiHoF_4$) placed in a magnetic field transverse to the magnetic axis and the phase diagram of the Ising spin model in the plane temperature–transverse field. One-dimensional spin-$\frac{1}{2}$ Ising model in a transverse field is a simplest model exhibiting the second-order quantum phase transition. We discuss a relation of that model to the square-lattice Ising model and present the 'old' results of rigorous calculation derived by Pfeuty (1970). The essential tool in this solution is the Jordan–Wigner fermionization. We briefly explain how the fermionic description can be introduced and thus how the results of Pfeuty (and some other results) were derived. We contrast quantum and classical transverse Ising chains emphasizing that the zero-temperature continuous phase transition driven by the transverse field occurs in the quantum chain only.

The second part of the lecture deals with the effects of a regular alternation of the Hamiltonian parameters (i.e., the intersite exchange interaction and on-site field) on the quantum phase transition. We elaborate an approach based on continued fractions for rigorous calculation of the thermodynamic quantities. The spin correlation functions for regularly alternating transverse Ising chains can be obtained numerically. We discuss in detail the case of a chain of period 2 comparing exact analytical and exact numerical results for the ground state properties. Moreover, we demonstrate how the ground state (and therefore all spin correlation functions) can be derived for special parameter values. We complete the analysis of the effects of regular alternation examining the low-temperature behaviour of the specific heat. We sketch the phase diagram for a chain of period 3. We end up with conclusions emphasizing the effects of regular alternation on the second-order quantum phase transition in the transverse Ising chain.