

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

РІЗДВЯНІ ДИСКУСІЇ 2010

ПРОГРАМА І ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Львів, 9–10 січня 2010 року

Ауд. 10 (вул. Драгоманова, 12)

9 січня 2010 року

10:00 Відкриття. *І. О. Вакарчук*

Головуючий: **Ю. Головач**

10:00+ε–10:45 *Б. Новосядлий*, Анізотропія реліктового випромінювання:
сучасний стан теоретичних і експериментальних досліджень

10:45–11:30 *Ю. Дубленич*, Основні стани моделі ґраткового газу
на трикутній ґратці з парною взаємодією перших і других сусідів
та тричастинковою взаємодією найближчих сусідів

11:30–12:00 Кава

12:00–12:45 *Р. Левицький, І. Зачек, А. Вдович, А. Моїна*,
Діелектричні, п'єзоелектричні, пружні, теплові та динамічні
властивості сегнетоелектриків сім'ї KN_2PO_4

12:45–13:30 *Ja. Ilnytskyi, Yu. Holovatch*, Scaling properties of a polymer
chain in a good solvent by mesoscopic methods

Головуючий: **Б. Новосядлий**

15:30–16:15 *C. von Ferber, R. Folk, Yu. Holovatch, R. Kenna, V. Palchykov*,
Coupled order-parameter system on a scale-free network

16:15–17:00 *А. Ровенчак*, Асимптотика кількості багатовимірних розбиттів

17:00–17:45 *Ю. Криницький, В. Ткачук, Т. Фітьо*, До проблеми
вимірювання в системі тотожних частинок

10 січня 2010 року

Головуючий: **В. Ткачук**

10:00–10:45 *С. І. Сороков, А. С. Вдович, Р. Р. Левицький,*
Термодинамічні властивості та глауберівська динаміка модельних
спінових стекел з суттєвими короткосяжними конкуруючими взаємодіями

10:45–11:30 *В. Татарин,* Класичний розрахунок спектру випромінювання
абсолютно чорного тіла

11:30–12:15 *Г. В. Понеділок, А. К. Борисюк* Магнітні властивості аморфних
сплавів на основі кобальту

12:15–12:45 Кава

12:45–13:30 *S. Kondrat,* Critical Casimir forces

13:30–14:15 *І. Вакарчук,* Деформована алгебра Гайзенберга
в багатобозонних системах

14:15–15:00 Презентація книги: *І. М. Мриглад, В. В. Ігнатюк, Ю. В. Головач*
“Микола Боголюбов та Україна”

15:00 Закриття

Анізотропія реліктового випромінювання: сучасний стан теоретичних і експериментальних досліджень

Б. Новосядлий

Астрономічна обсерваторія

Львівського національного університету імені Івана Франка

Оглядова доповідь про сучасний стан досліджень анізотропії реліктового випромінювання. Будуть висвітлені фізичні механізми, які формують спектр потужності флюктуацій температури і поляризації реліктового випромінювання, та методи розрахунку їх вкладу в теоретичних моделюваннях таких спектрів в космологічних моделях Всесвіту. Найважливіші експериментальні дані, які стали спостережувальною основою сучасної космології, отримані в експерименті WMAP в 2003-2009 роках. Восени 2009 року розпочала вимірювання анізотропії реліктового випромінювання космічна обсерваторія Planck. В доповіді будуть представлені основні параметри космічного телескопа Planck, програма досліджень та очікувані результати.

Основні стани моделі ґраткового газу на трикутній ґратці з парною взаємодією перших і других сусідів та тричастинковою взаємодією найближчих сусідів

Ю. І. Дубленич

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

Повністю розв'язано задачу про основні стани моделі ґраткового газу на нескінченній трикутній ґратці на площині з парною взаємодією перших і других сусідів та тричастинковою взаємодією найближчих сусідів, і результати подано в зручній для використання формі. На прикладі цієї моделі показано, який вигляд має мати повний розв'язок задачі про основні стани моделі ґраткового газу або еквівалентної спінової моделі. Серед структур основного стану, окрім упорядкованих і періодичних, виявлено також хаотизовані, а ще впорядковані, однак аперіодичні структури. Ідентифіковано фазові переходи першого роду. Один з найцікавіших результатів роботи — неповна нультемпературна чортова драбина, яка ні за яких додаткових взаємодій не стає нультемпературною чортовою сходинкою (не зникає виродження). Для кожної з так званих повновимірних структур основного стану на площині знайдено нескінченні циліндричні трикутні ґратки, де ці структури також є основними станами. Це дає змогу застосовувати результати статті до адсорбції частинок на поверхні вуглецевих нанотрубок.

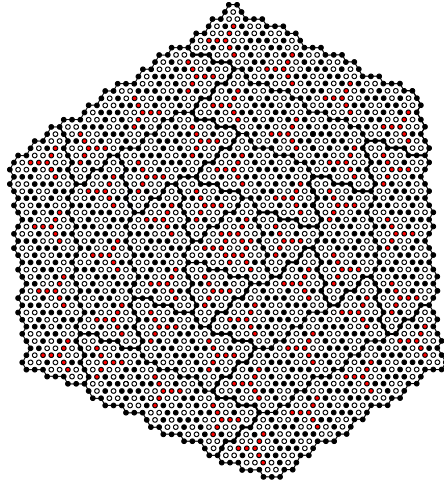


Рис. 1: Приклад упорядкованої аперіодичної структури основного стану.

Діелектричні, п'єзоелектричні, пружні, теплові та динамічні властивості сегнетоелектриків сім'ї KN_2PO_4

Р. Р. Левицький¹, І. Р. Зачек², А. С. Вдович¹, А. П. Моїна¹

¹*Інститут фізики конденсованих систем НАН України,
вул. Свенціцького, 1, Львів, 79011, Україна, vas@ph.ictp.lviv.ua*

²*Національний університет "Львівська політехніка",
вул. С. Бандери 12, 79013, Львів, Україна*

У рамках модифікованих моделей протонного впорядкування сегнетоелектриків сім'ї KN_2PO_4 з врахуванням лінійних за деформаціями ε_6 і ε_4 внесків в енергію протонної системи, але без врахування тунелювання в наближенні чотиричастинкового кластера розраховано відповідні термодинамічні потенціали. Використовуючи відповідні рівняння стану, розраховано спонтанну поляризацію, поздовжню і поперечну діелектричні проникності механічно затиснутих і механічно вільних кристалів, їх п'єзоелектричні характеристики, пружні сталі та молярні теплоємності.

Динамічні характеристики запропонованих моделей досліджуються в рамках моделі Глаубера для протонної підсистеми з врахуванням динаміки п'єзоелектричних деформацій ε_6 і ε_4 мовою класичних (ньютонівських) рівнянь руху. Розраховано швидкості та коефіцієнти загасання звуку, дійсні та уявні частини поздовжньої і поперечної динамічних проникностей для механічно затиснутих і механічно вільних кристалів типу KN_2PO_4 .

Проведено ґрунтовний числовий аналіз у рамках запропонованої теорії фізичних характеристик сегнетоелектриків типу $\text{M}(\text{H}_{1-x}\text{D}_x)_2\text{XO}_4$ ($\text{M} = \text{K}, \text{Rb}; \text{X} = \text{P}, \text{As}$). При цьому розрахунок частково дейтерованих матеріалів проведено в наближенні середнього кристалу. Отримано оптимальні набори мікропараметрів сегнетоелектриків, які досліджувались, які дали змогу на належному рівні описати наявні для них

експериментальні дані. Явно описано явища затискання кристалів високочастотним полем та п'єзоелектричного резонансу. Описано особливості коефіцієнта поглинання ультразвуку в $M(H_{1-x}D_x)_2XO_4$. Зокрема, передбачено наявність обрізаючої частоти у частотних залежностях коефіцієнтів поглинання звуку. Вивчено вплив дейтерування та ізоморфного заміщення $K \rightarrow Rb$, $P \rightarrow As$ на фізичні характеристики сегнетоелектриків $M(H_{1-x}D_x)_2XO_4$. Показано, що врахування п'єзоелектричних взаємодій слабо впливає на спонтанну поляризацію та молярну теплоємність цих кристалів, але приводить до появи відмінностей між діелектричними проникностями механічно затиснутого і вільного кристалів. У більш високочастотну область зміщується при цьому частота дисперсії.

Scaling properties of a polymer chain in a good solvent by mesoscopic methods

Jaroslav Ilnytskyi, Yuriy Holovatch

Institute for Condensed Matter Physics, National Acad. Sci. of Ukraine,
79011 Lviv, Ukraine

Mesoscopic methods are employed for studying self-assembling [1] in oligo- and macromolecular systems, i.e. of the phenomena, that are inaccessible by atomistic molecular dynamics. One of such approaches is dissipative particle dynamics [2], which operates on the level of soft beads, each representing the fragment of a polymer chain or a cluster of solvent molecules. Self-similarity of the polymer means that the same scaling laws for its metrics should be obeyed regardless of the length scale at which a polymer is considered. However, previous studies [3] indicated certain unambiguity in this respect, which was attributed to the softness of the mesoscale potentials. We show [4] that despite of the soft character of interactions in dissipative particle dynamics, the scaling of a polymer in a good solvent in mesoscale regime reproduces the self-avoiding walk law. The results are seen as an additional justification for the applicability of the method to linear and branched copolymers [5] and to other, more complex, macromolecules.

- [1] K. Ariga, T. Kunitake, *Supramolecular Chemistry - Fundamentals and Applications* (Springer-Verlag, New York, 2006).
- [2] P. J. Hoogerbrugge, J. M. V. A. Koelman, *Europhys. Lett.* **19**, 155 (1992); R. D. Groot, P. B. Warren, *J. Chem. Phys.* **107**, 4423 (1997).
- [3] Y. Kong, C.W. Manke, W.G. Madden, A.G. Schlijper, *J. Chem. Phys.* **107**, 592 (1997); V. Symeonidis, G. E. Karniadakis, B. Caswell, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 076001 (2005).

- [4] J. M. Ilnytskyi, Yu. Holovatch, *Condens. Matter Phys.* **10**, 539–552 (2007).
- [5] J. M. Ilnytskyi, T. Patsahan, M. Holovko, P. E. Krouskop, M. P. Makowski, *Macromolecules* **41**, 9904–9913 (2008).

Coupled order-parameter system on a scale-free network

Christian von Ferber^{1,2}, *Reinhard Folk*³, *Yurij Holovatch*^{4,3}, *Ralph Kenna*¹,
*Vasyl Palchykov*⁴

¹Applied Mathematics Research Centre, Coventry University, Coventry CV1 5FB, UK

²Physikalisches Institut, Universität Freiburg, D-79104 Freiburg, Germany

³Institut für Theoretische Physik, Johannes Kepler Universität Linz, 4040 Linz, Austria

⁴Institute for Condensed Matter Physics, National Acad. Sci. of Ukraine,
79011 Lviv, Ukraine

The topology of many natural and man-made networks (social networks, biological, technological and transportation systems) strongly differs from the topology of regular lattices or even random graphs [1]. This has sparked interest in the analysis of phase transitions of different models on complex networks [1,2]. Such models have interesting applications, ranging from socio- to nanophysics. In this talk, the system of two scalar order parameters on a complex scale-free network is analyzed in the spirit of Landau theory. To add a microscopic background to the phenomenological approach we also study a particular spin Hamiltonian that leads to coupled scalar order behavior. Observed phase transitions are characterized by many unusual features which will be analyzed in the talk [2,3].

[1] Yu. Holovatch, C. von Ferber, A. Olemskoi, T. Holovatch, O. Mryglod, I. Olemskoi, V. Palchykov, *J. Phys. Stud.* **10** (2006) 247.

[2] V. Palchykov, C. von Ferber, R. Folk, Yu. Holovatch. *Phys. Rev. E* **80** (2009) 011108.

[3] C. von Ferber, R. Folk, Yu. Holovatch, R. Kenna, V. Palchykov, in preparation.

Асимптотика кількості багатовимірних розбиттів

А. Ровенчак

Кафедра теоретичної фізики,

Львівський національний університет імені Івана Франка

На підставі аналогії між властивостями системи бозонів і задачею, відомою в теорії чисел як розбиття натурального числа на суму інших натуральних [1], отримано асимптотичну оцінку кількості багатовимірних розбиттів на суму різних степенів.

Використано формалізм, що ґрунтується на мікроканонічному розгляді багатобозонної системи, а кількість розбиттів зіставляється з кількістю мікростанів у фізичній задачі [2,3].

Показано, що отримана в загальному вигляді асимптотика відтворює відомі результати для лінійних доданків.

[1] G. E. Andrews, *The Theory of Partitions* (Addison-Wesley, Reading, Mass. 1976).

[2] M. N. Tran, M. V. N. Murthy, R. J. Bhaduri, *Ann. Phys.* **311**, 204 (2004).

[3] A. Rovenchak, *Fiz. Nizk. Temp.* **35**, 510 (2009); *Low Temp. Phys.* **35**, 400 (2009).

До проблеми вимірювання в системі тотожних частинок

Ю. С. Криницький, В. М. Ткачук, Т. В. Фітьо

Кафедра теоретичної фізики,

Львівський національний університет імені Івана Франка

Розглянуто проблему узгодження постулату про вимірювання з принципом тотожності частинок у квантовій механіці. Запропоновано деякі часткові розв'язки цієї проблеми.

Термодинамічні властивості та глауберівська динаміка модельних спінових стекел з суттєвими короткосяжними конкуруючими взаємодіями

С. І. Сороков, А. С. Вдович, Р. Р. Левицький

Інститут фізики конденсованих систем НАН України

вул. Свенцицького, 1, Львів, 79011, Україна

В рамках наближення двочастинкового кластера (проста гратка Бете) і реплічної симетрії досліджується ізінгівська модель з випадковими конкуруючими короткосяжними і далекосяжними взаємодіями і випадковим полем. Проаналізовано розв'язки інтегрального рівняння для статичної функції розподілу кластерних полів і показана область застосування гаусового наближення для цієї функції. Вивчена температурна поведінка термодинамічних характеристик і статичної сприйнятливості моделі в рамках гаусових наближень для функцій розподілу. На фазовій діаграмі відмічено області переходу з фази високотемпературного спінового скла ($\eta = 0$, $Q \ll 1$) до фази низькотемпературного протонного скла ($\eta = 0$, $Q \sim 1$), а також до неоднорідних сегнето- і антисегнетоелектричної фаз ($\eta \neq 0$, $Q \neq 0$).

В межах глауберівської динаміки виведено інтегральне рівняння для сумісної функції розподілу статичного і динамічного кластерних полів. Гаусові розв'язки цього рівняння застосовуються для вивчення динамічної сприйнятливості. Показано, що в даній моделі при високих температурах динаміка має характер близький до дебаєвської релаксації. При $T \rightarrow 0$ температурний хід ефективного часу релаксації описується співвідношенням Ареніуса. Продемонстровано суттєве згладження температурних піків дійсної і уявної частин сприйнятливості за рахунок малих макроскопічних флуктуацій конкуруючих взаємодій.

Проведено огляд робіт по спінових стеклах з випадковими конкуруючими короткосяжними взаємодіями.

Приведено приклади застосування наближення чотирьохчастинкового кластера для опису термодинаміки та динамічної проникливості протонних стекел типу $\text{Rb}_{1-x}(\text{NH}_4)_x\text{H}_2\text{PO}_4$.

- [1] F. Matsubara, M. Sakata, Progr. Theor. Phys. **55**, 672 (1976).
- [2] F. Liers, M. Palassini, A.K. Hartmann, M. Junger, Phys. Rev. B **68**, 094406 (2003).
- [3] S.I. Sorokov, R.R. Levitskii, A.S. Vdovych, Condens. Matter Phys. **8**, 603 (2005).
- [4] R.R. Levitskii, S.I. Sorokov, J. Stankowski, Z. Trybula, A.S. Vdovych, Condens. Matter Phys. **11**, 523 (2008).

Класичний розрахунок спектру випромінювання абсолютно чорного тіла

Василь Татарин

Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, вул. Бандери, 12

З часу появи квантової механіки точаться суперечки про інтерпретацію її результатів. Існує навіть кілька різних інтерпретацій результатів квантової механіки. Правда, всі сходяться в одному — результати квантової механіки не можуть бути отримані в рамках класичної фізики, хоча результати класичної фізики для макроскопічних об'єктів можуть бути отримані в рамках квантової механіки [1]. Більше того Мандельштам [2] довів, що для гармонічного коливання результати квантової і класичної механіки співпадають. Оскільки першим яскравим успіхом квантової фізики є розрахунок спектру випромінювання абсолютно чорного тіла, то дивує відсутність класичного розрахунку спектру випромінювання абсолютно чорного тіла, яке є явно макроскопічним тілом, яке ще й складається з гармонічних осциляторів, чи коливань.

Тому все ж виглядає доцільним перевірити, чи дійсно проблема розрахунку спектру випромінювання абсолютно чорного тіла може бути вирішена тільки введенням квантових постулатів, чи може навпаки — квантові постулати є наслідком послідовного використання класичної фізики.

Для цього скористаємося висновками Еренфеста [3], котрий показав, що в порожнині з дзеркальними безмежно твердими стінками ентропія випромінювання самовільно не набуває максимально можливого значення на відміну від ентропії ідеального газу в тих же умовах. Тоді, для забезпечення розгляду саме рівноважного випромінювання він запропонував ввести певну вагову функцію, проте так і не зумів побудувати якогось фізичного обґрунтування виду такої розривної функції.

Ми ж використаємо те, що в загальноприйнятій моделі чорного тіла розглядається стаціонарний розподіл мод в порожнині і, відповідно, мода з даною частотою ν може існувати тільки в певних об'ємах. Якраз це і дозволяє знайти апіорну вагову функцію для пошуку середньої енергії рівноважного коливання на заданій частоті у вигляді: $\sum_{i=1}^{\infty} \delta(i - \frac{4\pi V \nu^3}{3c^3})$.

В цьому випадку легко знаходиться як формула Планка, так і ті риси гіпотези світлових квантів, які відіграють суттєву роль в теорії теплового випромінювання.

- [1] Замечания о приближенной справедливости классической механики в рамках квантовой механики. Р. Ehrenfest, Bemerkung über die angenäherte Gültigkeit der klassischen Mechanik innerhalb der Quanten Mechanik. *Z. Phys.* **45**, 455–457 (1927).
- [2] О связи классической и квантовой теории дисперсии: Л. И. Мандельштам, *Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике*.— Изд-во “Наука”, М. 1972, с. 286–294.
- [3] К Планковской теории излучения. Р. Ehrenfest, Zur Planckschen Strahlungstheorie. *Phys. Z.* **7**, 528–532 (1906).

Магнітні властивості аморфних сплавів на основі кобальту

Г. В. Понеділок, А. К. Борисюк

Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, вул. Бандери, 12

Проведений комплекс експериментальних досліджень магнітних властивостей аморфних сплавів $\text{Co}_{77}\text{Si}_{11.5}\text{B}_{11.5}$. Вивчена еволюція структурних та магнітних характеристик сплаву у аморфному стані та після відпалювання при температурах 673 К, 773 К, 823 К, 11040 К. Визначені температури магнітного перетворення сплаву в аморфному та кристалічному станах, температурні інтервали процесів кристалізації.

На підставі результатів проведених вимірювань та експериментальних даних інших дослідників, проводиться теоретичний аналіз різних фізичних властивостей широкого класу аморфних сплавів на основі кобальту. Визначаються перспективи їх практичного використання та напрямки подальших експериментальних досліджень.

Critical Casimir forces

Svyatoslav Kondrat

Max-Planck-Institute für Metallforschung, Stuttgart

We discuss the universal contribution to the effective force and torque acting on colloidal particles dissolved in a critical fluid. Spherical and ellipsoidal colloids in different geometries are considered.

Деформована алгебра Гайзенберґа в багатобозонних системах

I. O. Vakarchuk

Кафедра теоретичної фізики,

Львівський національний університет імені Івана Франка

Запропоновано ангармонічну частину гамільтоніана Боголюбова–Зубарева врахувати через деформацію переставних співвідношень Гайзенберґа для узагальнених координат та імпульсів. Для Q^2 -деформацій знайдено точний зв'язок такої задачі. Для рідкого ^4He параметр деформації є від'ємною величиною, а спектр власних значень гамільтоніана обмежений зверху. Обчислено енергію основного стану, розподіл за імпульсами, енергетичний спектр, кількість бозе-конденсату. Для температур, відмінних від нуля, запропоновано самоузгоджену процедуру обчислення термодинамічних величин.