

ПЕРСОНАЛІЇ, ХРОНІКА, БІБЛІОГРАФІЯ
PERSONALIA, MEETINGS, BIBLIOGRAPHY

“РІЗДВЯНІ ДИСКУСІЇ 2010”
(Львів, 9–10 січня 2010 року)

“CHRISTMASS DISCUSSIONS 2010”
(Lviv, January 9–10, 2010)

9–10 січня 2010 року на кафедрі теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка відбувалися 14-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 і спричинили активні дискусії. Нижче подаємо анотації виголошених доповідей.

**АНІЗОТРОПІЯ РЕЛІКТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ: СУЧАСНИЙ СТАН ТЕОРЕТИЧНИХ
Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Б. Новосядлий

Астрономічна обсерваторія
Львівського національного університету імені Івана Франка

Оглядова доповідь про сучасний стан досліджень анізотропії реліктового випромінювання. Висвітлені фізичні механізми, які формують спектр потужності флюктуацій температури й поляризації реліктового випромінювання, та методи розрахунку їхнього внеску в теоретичні моделювання таких спектрів у космологічних моделях Всесвіту. Найважливіші експериментальні дані, які стали спостережувальною основою сучасної космології, отримані в експерименті WMAP у 2003–2009 роках. Восени 2009 року розпочала вимірювання анізотропії реліктового випромінювання космічна обсерваторія Planck. У доповіді представлені основні параметри космічного телескопа Planck, програма досліджень та очікувані результати.

**ДІЕЛЕКТРИЧНІ, П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНІ, ПРУЖНІ, ТЕПЛОВІ ТА ДИНАМІЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ СЕГНЕТОЕЛЕКТРИКІВ СІМ'Ї KN_2PO_4**

Р. Р. Левичук¹, І. Р. Зачек², А. С. Вдович¹, А. П. Мойна¹

¹Інститут фізики конденсованих систем НАН України,
вул. Свенціцького, 1, Львів, 79011, Україна,

²Національний університет “Львівська політехніка”,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

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

Динамічні характеристики запропонованих моделей досліджено в межах моделі Глаубера для протонної підсистеми з урахуванням 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 й поперечної динамічних проникностей для механічно затиснутих і механічно вільних кристалів типу KN_2PO_4 .

Проведено ґрунтовний числовий аналіз у межах запропонованої теорії фізичних характеристик сегнетоелектриків типу $M(\text{N}_{1-x}\text{D}_x)_2\text{XO}_4$ ($M = \text{K}, \text{Rb}; X = \text{P}, \text{As}$). При цьому розрахунок частково дейтерованих матеріалів проведено в наближенні середнього кристала. Отримано оптимальні набори мікропараметрів досліджуваних сегнетоелектриків, 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 $M(\text{N}_{1-x}\text{D}_x)_2\text{XO}_4$. Зокрема передбачено наявність обрізаючої частоти в частотних залежностях коефіцієнтів поглинання звуку. Вивчено вплив дейтерування та ізоморфного заміщення $\text{K} \rightarrow \text{Rb}$,

$P \rightarrow As$ 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 й вільного кристалів. У більш високочастотну область зміщується при цьому частота дисперсії.

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, 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, крім 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 сходиною (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.

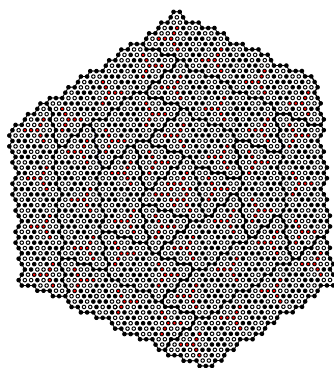


Рис. 1. Приклад упорядкованої аперіодичної структури основного стану.

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. 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. The self-similarity of a 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 the soft character of interactions in dissipative particle dynamics the scaling of a polymer in a good solvent in the 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 co-polymers [5] as well as 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 (2007).
- [5] J. M. Ilnytskyi, T. Patsahan, M. Holovko, P. E. Krouskop, M. P. Makowski, *Macromolecules* **41**, 9904 (2008).

COUPLED ORDER-PARAMETER SYSTEM ON A SCALE-FREE NETWORK

Christian von Ferber^{1,2}, Reinhard Folk³, Yuriy Holovatch^{4,3}, Ralph Kenna¹, Vasyl Palchykov⁴

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**, 247 (2006).
- [2] V. Palchykov, C. von Ferber, R. Folk, Yu. Holovatch. *Phys. Rev. E* **80**, 011108 (2009).
- [3] C. von Ferber, R. Folk, Yu. Holovatch, R. Kenna, V. Palchykov, in preparation.

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.

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 зіставлено 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).

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ГЛАУБЕРІВСЬКА ДИНАМІКА МОДЕЛЬНИХ СПІНОВИХ СТЕКОЛ З СУТТЄВИМИ КОРОТКОСЯЖНИМИ КОНКУРЕНТНИМИ ВЗАЄМОДІЯМИ

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

У межах наближення двочастинкового кластера (проста ґратка Бете) і реплічної симетрії досліджено ізінґівську модель з випадковими конкурентними короткосяжними й далекосяжними взаємодіями та випадковим полем. Проаналізовано розв'язки інтегрального рівняння для статичної функції розподілу кластерних полів і показано сферу застосування гауссового наближення для цієї функції. Вивчено температурну поведінку термодинамічних характеристик і статичної сприйнятливості моделі в межах гауссових наближень для функцій розподілу. На фазовій діаграмі відзначено 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 ($\eta \neq 0, Q \neq 0$).

У межах глауберівської динаміки виведено інтегральне рівняння для сумісної функції розподілу статичного й динамічного кластерних полів. Гауссові розв'язки цього рівняння застосовано для вивчення динамічної сприйнятливості. Показано, що в цій 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 й уявної частин сприйнятливості за рахунок малих макроскопічних флуктуацій конкурентних взаємодій.

Проведено огляд робіт зі спінових стекол з випадковими конкурентними короткосяжними взаємодіями.

Наведено приклади застосування наближення чотиричастинкового кластера для опису термодинаміки та динамічної проникливості протонних стекол 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 СПЕКТРА ВИПРОМІНЮВАННЯ АБСОЛЮТНО ЧОРНОГО ТІЛА

Василь Татарин

Національний університет "Львівська політехніка", Львів, вул. Бандери, 12

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

Тому все ж виглядає доцільним перевірити, чи справді проблему розрахунку спектра випромінювання абсолютно чорного тіла можна розв'язати тільки введенням квантових постулатів, чи, може, навпаки — квантові постулати є наслідком послідовного використання класичної фізики.

Для цього скористаймося висновками Еренфеста [3], який 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 вигляду такої розривної функції.

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

У цьому випадку легко знаходимо як формулу Планка, так і ті риси гіпотези світлових квантів, які відіграють суттєву роль у теорії теплового випромінювання.

- [1] P. Ehrenfest, Z. Phys. **45**, 455 (1927).
- [2] Л. И. Мандельштам, *Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике* ("Наука", Москва, 1972) с. 286.
- [3] P. Ehrenfest, Phys. Z. **7**, 528 (1906).

МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ АМОРФНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ КОБАЛЬТУ

Г. В. Понеділок, А. К. Борисюк

Національний університет "Львівська політехніка", Львів, вул. Бандери, 12

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

На підставі результатів проведених вимірювань та експериментальних даних інших дослідників теоретично проаналізовано різні фізичні властивості широкого класу аморфних сплавів на основі кобальту. Визначено 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 ГАЙЗЕНБЕРГА В БАГАТОБОЗОННИХ СИСТЕМАХ

І. О. Вакарчук

Кафедра теоретичної фізики,
Львівський національний університет імені Івана Франка

Запропоновано врахувати ангармонічну частину гамільтоніана Боголюбова-Зубарева через деформацію переставних співвідношень Гайзенберга для узагальнених координат та імпульсів. Для Q^2 -деформацій знайдено точний розв'язок такої задачі. Для рідкого ${}^4\text{He}$ 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.