

**ПЕРСОНАЛІЇ, ХРОНІКА, БІБЛІОГРАФІЯ**  
**PERSONALIA, MEETINGS, BIBLIOGRAPHY**

*СЕМІНАР З ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ*  
(Львів, 5–8 липня 2009 року)

*WORKSHOP ON THEORETICAL PHYSICS*  
(Lviv, 5–8 July 2009)

On 5–8 July 2009, the Department for Theoretical Physics of the Ivan Franko National University of Lviv hosted the Workshop on Theoretical Physics. The representatives from the University of Lviv, the Institute for Condensed Matter Physics (Lviv), and the University of Zielona Góra (Poland) participated the Workshop and delivered the talks on various subjects, which abstracts are given below.

**NONCOMMUTING SPACE-TIME AND DEFORMED UNCERTAINTY RELATIONS**

*A. Nowicki*

Institute of Physics, University of Zielona Góra

We consider generalized commutation relations between noncommuting space-time coordinates as well as the position and momentum which are related to the Hopf algebra structure of deformed relativistic symmetry. In particular we describe the symmetry based on  $\kappa$ -Poincaré Hopf algebra. We also briefly comment on the deformed uncertainty relations and we discuss different realizations of these commutation relations in the Hilbert spaces.

**INTERFERENCE PART OF THE SYNCHROTRON RADIATION**

*Yu. Yaremko*

Institute for Condensed Matter Physics, National Academy of Sciences of Ukraine

The interference part of energy-momentum radiated by two-point electric charges arbitrarily moving in flat space-time is evaluated. Mixed part of the stress-energy tensor density is decomposed into the bound and the radiative components which are conserved on particles' world lines separately. The former describes the deformation of electromagnetic clouds of "bare" charges due to mutual interaction while the latter defines the radiation which escapes to infinity. The bound terms contribute to particles' individual 4-momenta while the radiative ones exert the radiation reaction. The Lorentz–Dirac equation of motion of one charge in a field of another charge is obtained from energy-momentum and angular momentum balance equations.

**APPLICATION OF THE SECOND QUANTIZATION TECHNIQUES  
TO THE STUDY OF TRAPPED BOSE MIXTURES**

*A. Rovenchak*

Department for Theoretical Physics, Ivan Franko National University of Lviv

A binary Bose mixture confined in a harmonic trap is considered. The generalization of the well-known Bogoliubov's approximate second quantization approach to the case of a harmonically trapped bosonic system reduces to a complicated set of coupled matrix Riccati equations [A. Rovenchak, J. Low Temp. Phys. **148**, 411 (2007)]. In this work, the approximate second quantization is applied to the system containing two boson species,  $a$  and  $b$ , being characterized by coupling constants  $g_a$ ,  $g_b$ , and  $g_{ab}$ , the latter corresponds to the inter-species interaction. A mixture of ytterbium bosonic isotopes [K. Kasamatsu and M. Tsubota, J. Low Temp. Phys. **150**, 599 (2007)] can be a sample system for such a study.

To achieve the Hamiltonian diagonalization, the off-diagonal operator products are first substituted in the following fashion:  $\hat{a}_m^\dagger \hat{a}_n \rightarrow f_{mn} \hat{a}_n^\dagger \hat{a}_n$ , etc., where  $a_n^\dagger$  and  $\hat{a}_n$  are the creation and annihilation operators of the quantum state  $n$ , respectively. The factors  $f_{mn}$  can be related to the occupation numbers. Then, an analogue of Bogoliubov's  $u$ - $v$  transformation is applied [S. V. Tyablikov, *Methods in the Quantum*

*Theory of Magnetism* (New York: Plenum Press, 1967), Chap. 4]. Having diagonalized the Hamiltonian, one immediately obtains the excitation spectrum which makes it possible to calculate the properties of the system, like energy, specific heat, and condensate fraction, using a standard thermodynamic approach.

## HYDROGEN ATOM IN DEFORMED SPACE WITH MINIMAL LENGTH

*M. Stetsko*

Department for Theoretical Physics, Ivan Franko National University of Lviv

We studied the energy spectrum for the hydrogen atom in a deformed space with minimal length. We developed a modified perturbation theory free of divergences. It gives a possibility to obtain analytical expressions for the corrections to the  $s$ -levels of the hydrogen atom. The upper bound for the minimal length was also calculated [M. M. Stetsko and V. M. Tkachuk, *Phys. Rev. A* **74**, 012101 (2006); M. M. Stetsko, *Phys. Rev. A* **74**, 062105 (2006)].

## SEARCHING FOR NEW MATERIALS AND METHODS FOR PARTICLE DETECTION

*J. Borgensztajn*

Institute of Physics, University of Zielona Góra

Detectors of charged particles and neutrons are widely used in nuclear and high-energy physics, astrophysical applications and in biology and medicine (for dosimetry). Although many useful materials and detection methods are known, some problems of detection have not been resolved yet. At this moment, a non-solid state detector enabling discrimination between gamma rays and neutrons is known. The next unresolved problem is a simultaneous measurement of charged particles and neutrons. To design a new material very detailed knowledge of particles interaction with matter is required. In this presentation the basis of charged particles, gamma rays and neutrons interaction with solid state materials will be described. Also some of possible future perspectives of new material development will be discussed.

## PERTURBATION HYDROGEN-ATOM SPECTRUM IN DEFORMED SPACE WITH LORENTZ-COVARIANT DEFORMED ALGEBRA

*M. Samar*

Department for Theoretical Physics, Ivan Franko National University of Lviv

We study energy spectrum of the hydrogen atom problem in the Dirac theory with the Lorentz-covariant deformed algebra leading to minimal length. Using ordinal perturbation theory we calculate the correction to any energy level besides some "problem states" in a simple case of deformation when one deformation parameter vanishes.

## THE LOCAL STRUCTURE OF UN-DOPED AND RARE-EARTH DOPED GLASSES OF THE CaO–Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–GeO<sub>2</sub> SYSTEM: AN EXAFS STUDY

*B. V. Padlyak*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physical Optics, Lviv, <sup>2</sup>Institute of Physics, University of Zielona Góra

The structure of undoped and rare-earth (Eu, Ho, Er) doped glasses of a high optical quality and chemical purity with 3CaO–Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–3GeO<sub>2</sub> (or Ca<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub>, garnet) and 3CaO–Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–4GeO<sub>2</sub> (or Ca<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>Ge<sub>4</sub>O<sub>14</sub>, Ca-gallogermanate) basic compositions was studied. By X-ray scattering and EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure) spectroscopy it was shown that the mixed tetrahedral (Ge/Ga)O<sub>4</sub> and octahedral (Ge/Ga)O<sub>6</sub> groups are the main structural units in the glasses of CaO–Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–GeO<sub>2</sub> system. On the basis of Ga and Ge  $K$ -edge EXAFS analysis the structural (mean interatomic distance  $R$ , Debye–Waller-like factor  $\sigma^2$ , skewness factor  $\beta$ , co-ordination number  $N$ ) and non-structural (amplitude reduction factor  $S_0^2$  and difference between experimental and theoretical energy scales  $E_0^2$ ) parameters for Ga and Ge atoms in the un-doped and rare-earth doped glasses with the Ca<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub> and Ca<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>Ge<sub>4</sub>O<sub>14</sub> compositions were obtained. The results have shown that the introduction of rare-earth ions modifies the local structure around the Ga atoms in the glass network leaving the same occurrence

ratio of the  $\text{GaO}_4$  and  $\text{GaO}_6$  structural units as in undoped  $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$  glass. At the same time, the Ge subsystem remains completely unaffected by the presence of rare-earth dopants in the glass.

By EXAFS spectroscopy of the  $3\text{CaO}\text{--}\text{Ga}_2\text{O}_3\text{--}3\text{GeO}_2$  glasses doped with Eu, Ho (0.7 wt.%) and Er (1.46 wt.%) the local structure of the rare-earth impurity ions ( $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Ho}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ) have been investigated. On the basis of EXAFS data analysis at  $L_3$ -edge of the rare-earth atoms (Eu, Ho, Er) their structural and non-structural parameters were obtained. It was shown that the  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Ho}^{3+}$  and  $\text{Er}^{3+}$  ions in the  $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$  glass network are localised in the one type of structural positions (coordination number to oxygen  $N = 6$ ), which was characterised by compositional (or substitutional) disordering of the Ga and Ge atoms in the second coordination sphere. The obtained structural parameters of the Eu, Ho and Er first (oxygen) coordination shell have shown that the local neighbourhood is independent on the kind of rare-earth ions' impurity and, taking into account structural disorder, is similar to that present in pure oxide components of the glass.

## SCALAR FIELDS AS DARK ENERGY OF THE UNIVERSE

*B. Novosyadlyj*

Astronomical Observatory, Ivan Franko National University of Lviv

The quintessential scalar fields with the classical and Dirac–Born–Infeld Lagrangians are studied for the dynamics of expansion of the Universe and evolution of scalar perturbations. Both quintessential fields are reconstructed for the same cosmological model. It is shown that the accelerated expansion of the Universe is caused by the effect of rolling down of the field to the minimum. The evolution of scalar linear perturbations is studied in a synchronous gauge for the multicomponent models with minimally coupled scalar fields. The numeric solutions show that such fields are almost smoothed out on subhorizon scales. However, they cause the scale dependent suppression of the nonrelativistic matter density perturbations and the decay of gravitational potential, which can be used for the choice of the dark energy model.

## ENERGY OF UNSTABLE STATES AT LONG TIMES

*K. Urbanowski*

Institute of Physics, University of Zielona Góra

An effect generated by the nonexponential behavior of the survival amplitude of an unstable state in the long time region is considered. In 1957 Khalfin proved that this amplitude tends to zero as  $t \rightarrow \infty$  more slowly than any exponential function of  $t$ . This can be described in terms of time-dependent decay rate  $\gamma(t)$  and then the Khalfin result means that this  $\gamma(t)$  is not a constant for large  $t$  but that it tends to zero as  $t \rightarrow \infty$ . We find that a similar conclusion can be drawn for the instantaneous energy of the unstable state for a large class of models of unstable states: This energy should be much smaller for suitably longer times  $t$  than the energy of this state for  $t$  of the order of the lifetime of the considered state. Within a given model we show that the energy corrections in the long ( $t \rightarrow \infty$ ) and relatively short (life-time of the state) time regions, are different. This is a purely quantum mechanical effect. It seems that the above property of unstable states may influence the measured values of astrophysical and cosmological parameters.

## TWO-BODY DIRAC EQUATION AND POTENTIAL MODELS OF MESONS

*A. Duviryak*

Institute for Condensed Matter Physics, National Academy of Sciences of Ukraine

The two-body Dirac equation with a general local potential is reduced to the coupled pair Schrödinger-like differential equations for radial components of the wave function. It is shown that the effective potentials of these equations may have non-physical poles which make the boundary problem incorrect. To avoid this difficulty the pseudo-perturbative  $1/j$ -expansion method is proposed. A few models of light mesons are constructed, approximate energy spectra have been calculated and compared with experimental data. The class of exactly solvable models has been found generalizing two-body Dirac oscillators.

## PHYSICAL CONSEQUENCES OF THE MINIMAL LENGTH HYPOTHESIS

*V. Tkachuk*

Department for Theoretical Physics, Ivan Franko National University of Lviv

Investigations in the string theory and quantum gravity suggest the existence of the generalized uncertainty principle which leads to the minimal length. In this talk we give a short review of the influence of the minimal length on physical properties of quantum and classical systems. The talk is based mostly on our recent paper C. Quesne, V. M. Tkachuk, arXiv:hep-th/0906.0050 and partly on our previous one M. M. Stetsko and V. M. Tkachuk, Phys. Rev. A **74**, 012101 (2006).

*ДО 60-ЛІТНЬОГО ЮВІЛЕЮ ПРОФЕСОРА О. І. ОЛЕМСКОГО  
IN HONOUR OF PROFESSOR A. I. OLEMSKOI ON THE OCCASION  
OF HIS 60th BIRTHDAY*

Олександр Іванович Олемскої — відомий український фізик-теоретик. Діапазон його наукових зацікавлень уключає теорію структурних фазових переходів у нерівноважному конденсованому середовищі, статистичну теорію ієрархічних дефектних структур та неадитивних систем, суперсиметричну теорію неупорядкованого середовища, статистичну теорію самоподібних та самоорганізованих систем.

О. І. Олемскої народився 19 вересня 1949 року в селі Єкатеринівці Лискинського району Воронежської області. Ще навчаючись у школі, вступив до технікуму при Воронежському політехнічному інституті. У 1968 році закінчив його з відзнакою, що дало змогу відразу вступити до Воронежського політехнічного інституту на фізико-технічний факультет (спеціальність “Фізика металів”), який закінчив також із відзнакою 1973 року. Далі О. І. Олемскої працює в науковій частині Воронежського політехнічного інституту й заочно навчається в аспірантурі у професора В. С. Постнікова за спеціальністю “Фізика твердого тіла”.



У 1977 році захищає дисертацію на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук за темою “Диспергування металічних сплавів”. Відтак цього переїжджає з Воронежа в місто Балаково Саратовської області, потім — у Курськ, а згодом — у Томськ. Викладає загальну й теоретичну фізику в Саратовському та Курському політехнічних інститутах, а в Томську очолює лабораторію структурних перетворень у Сибірському фізико-технічному інституті (1984–1988 рр.). У 1987 році О. І. Олемскої захищає докторську дисертацію “Теорія впорядкованих і гетерофазних структур із довільним масштабом неоднорідності” на фізичному факультеті Московського державного університету. Його запрошують у Суми для організації відділу теоретичної фізики в Сумському відділенні Інституту металофізики АН СРСР (тепер Інститут прикладної фізики НАН України).

Із 1988 року дотепер Олександр Олемскої живе в Сумах. Він отримав учене звання професора з теоретичної фізики в Сумському державному університеті, де з 1995 року до сьогодні завідує кафедрою фізичної електроніки. Від 2006 року О. І. Олемскої працює в Інституті прикладної фізики НАН України, де є завідувачем лабораторії мікροструктурних досліджень реакторних матеріалів. У 2005 році він був обраний іноземним членом Російської академії природничих наук (РАЕН). У 1997 році за успіхи в науковій та педагогічній роботі О. І. Олемскої присвоєно звання Соросівського професора, від цього ж року він член редколегії “Журналу фізичних досліджень”. Заслужений діяч науки і техніки України. У 1999 р. Президія НАН України присудила проф. Олемскої (спільно з д.ф.-м.н. Ю. І. Горобцем та д.ф.-м.н. В. Ф. Клепиковим) премію імені С. І. Пекаря за цикл праць “Фазові перетворення і неоднорідні структури у впорядкованих системах”. А 9 вересня 2009 р. Президія НАН України нагородила проф. Олемскої нагрудним знаком “За наукові досягнення”.

Учений має понад 170 публікацій у наукових журналах, 5 монографій. Він підготував 9 кандидатів наук та 2 доктори наук. Студенти, які закінчили кафедру професора О. І. Олемскої, навчаються в аспірантурі провідних наукових центрів України, Росії, Чехії, Ізраїлю, США. Подано короткий огляд основних результатів наукової діяльності О. І. Олемскої зі співробітниками за останні десять років праці, пов’язаних із Сумським державним університетом та Інститутом прикладної фізики НАН України. У 2001 році О. І. Олемскої запропонував суперсиметричну теорію нерівноважної стохастичної системи та її застосування до пояснення поведінки гетерополімерів [Усп. физ. наук **171**, 503 (2001)]. Виходячи з рівняння Ланжевена, він розвинув суперсиметричний підхід для пояснення ефектів пам’яті та неергодичності нерівноважних систем із замороженим безладом. При описі неупорядкованого гетерополімеру показав, що його поведінка визначається ефективним гамільтоніаном, залежним від композиційного параметра порядку. Установив залежності ізотермічної та адіабатичної сприйнятливостей, параметра пам’яті від температури та інтенсивності замороженого безладу.

Він разом зі своїми колегами розвинув теорію самоподібних стохастичних систем із фрактальною будовою фазового простору зокрема, для таких систем розглянув аномальну природу блукань частинки (уповільнену та прискорену дифузії), розвинуво польову теорію для подання поведінки найімовірніших величин та статистичних моментів. Установлено, що наявність мультиплікативного

шуму в таких системах порушує не тільки адитивність ієрархічної системи, а й властивість мультиплікативності ймовірностей. З'ясовано умови реалізації в однорідних стохастичних системах реверсивних переходів із упорядкованого стану в неупорядкований, а потім навпаки [J. Phys. Stud. **6**, 253 (2002)]. Розвинуто теорію застосовують із використанням дробових рівнянь Лоренца з адитивними шумами до розгляду задачі про самоорганізовану критичність [J. Phys. Stud. **7**, 1 (2003)]. Знайдені умови формування лавини показують, що її поведінка залежить від інтенсивностей флюктуацій керувального параметра. Установлено, що переривчастий режим самоорганізованої критичності реалізується, якщо інтенсивності флюктуацій енергій лавин та складності їхнього ансамблю перевищують критичні значення [Physica A **323**, 263, 2003].

Для пояснення універсальної картини самоорганізації О. І. Олемський запропонував аксіоматичну та польову теорію, в межах яких встановлюється найпростіша модель, що описує самоузгодженим чином поведінку параметра порядку, спряженого поля та керуючого параметра [Physica A **310**, 223 (2001); **3332**, 185 (2004)].

У 2005 році він розробив теорію мікрофазного розшарування розчинів гомополімер–олігомер, де як теоретичні інструменти використано теорію стохастичних систем, польову теорію та методи суперсиметричної теорії [Phys. Rep. **419**, 145 (2005)]. При дослідженні нерівноважних фазових переходів у стохастичних системах було встановлено, що внаслідок скорельованої дії флюктуаційних джерел може змінюватися характер фазового переходу. При цьому взаємна кореляція стохастичних джерел сприяє реалізації переорієнтаційного та реверсивного фазових переходів [Phys. Rev. E **71**, 041101 (2005)].

У період з 2005 до 2008 роки основна увага О. І. Олемського була зосереджена на дослідженні складних статистичних систем та часових рядів. При дослідженні самоподібних часових рядів аналітично та чисельно було встановлено критерій ефективної температури для прогнозування статистичних властивостей відповідної системи, запропоновано ефективну статистичну теорію [Physica A **360**, 37 (2006)]. У 2007 році у світ виходить монографія у співавторстві з Д. О. Харченком під назвою “Самоорганізація самоподібних стохастических систем” (Москва–Іжевск, Вид-во *Регулярная и хаотическая динамика*). Вона присвячена проблемам впливу флюктуаційного середовища на процеси виникнення когерентних станів у нелінійних динамічних системах, для яких розвинення методів статистичного аналізу дає якісне розширення можливості аналізу реальних явищ та їх прогнозування. При подальших дослідженнях основні зусилля О. І. Олемського були зосереджені на системах із мультифрактальним фазовим простором. У циклі робіт за цією тематикою [наприклад, Physica A **387**, 1895 (2008)] розвивається узагальнена статистична теорія, в межах якої вдається охарактеризувати такі системи термодинамічними функціями, що визначаються спектром фрактальних вимірностей відповідного фазового простору.

У 2009 році О. І. Олемської публікує монографію “Синергетика сложных систем: феноменология и статистическая теория” (Москва, Вид-во *КРАСАНД*). У книзі викладено феноменологічне та статистичне представлення колективної поведінки складних систем. У межах першого підходу розвинуто синергетичну схему, що подає процес самоорганізації суцільних середовищ, систем економічного типу та колективної поведінки активних частинок. Досліджено вплив корелюючих шумів, викладено нелінійну теорію стохастичного резонансу. Мікроскопічний розгляд зводиться до статистичної теорії систем, фазовий простір яких має складну структуру. Розвинуто теорію мереж, що мають ієрархічну будову.

Колеги-фізики та редакційна колегія “Журналу фізичних досліджень” високо цінують ґрунтовність знань, глибоку ерудицію, інтелігентність та організаційні здібності професора О. І. Олемського і зичать йому щастя, міцного здоров'я та нових наукових здобутків.