ISSN 1024-588X

ВІСНИК ЛЬВІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Серія фізична

Випуск 60

2023

VISNYK OF THE LVIV UNIVERSITY

Series Physics

Issue 60

Scientific journal

Published 1–2 issue per year

Published since 1962

ВІСНИК ЛЬВІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Серія фізична

Випуск 60

Збірник наукових праць

Виходить 1–2 рази на рік

Видається з 1962 року

Ivan Franko National University of Lviv

Львівський національний університет імені Івана Франка

2023

ЗАСНОВНИК: ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Друкується за ухвалою Вченої ради
від 30 травня 2025 року, протокол № 83/5
Львівського національного університету
імені Івана Франка

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 14611–3582 Р від 28.10.2008 року

У Віснику Львівського університету. Серія фізична опубліковано статті з актуальних проблем теоретичної фізики, матеріалознавства, фізики конденсованих систем, нанофізики, фізики пучків заряджених частинок, астрономії та астрофізики.

Papers on current problems in theoretical physics, material science, metal physics, semiconductors and insulators are published in the Visnyk.

Редакційна колегія:

проф. *П. Якібчук* (головний редактор), проф. *М. Ваврух* (заступник головного редактора, теоретична фізика), проф. *А. Волошиновський* (заступник головного редактора, эксперим. фізика), проф. *С. Мудрий*, проф. *В. Ткачук*, проф. *В. Капустяник*, проф. *П. Костробій*, д-р фіз.-мат. наук *Б. Новосядлий*, проф. *М. Романюк*, проф. *В. Стадник*, доц. *А. Королишин*, проф. *І. Щерба*, проф. *І. Болеста*, доц. *І. Штаблавий*, д-р фіз.-мат. наук, *О. Петрук*, д-р фіз.-мат. наук *Б. Мелех*, проф. *М. Кірм*, проф. *Я. Рибіцкі*, проф. *А. Сухоцкі*

проф. *P. Yakibchuk* (Editor-in-Chief), Prof. *M. Vavrukh* (Assistant Editor), Prof. *A. Voloshinovskii* (Assistant Editor), Prof. *S. Mudryi*, Prof. *V. Tkachuk*, Prof. *V. Kapustyanyk*, Prof. *P. Kostrobiy*, Corr. member. NAS of Ukraine *B. Novosyadlyi*, Prof. *M. Romanyuk*, Prof. *V. Stadnyk*, Assoc. Prof. *A. Korolyshyn*, Prof. *I. Scherba*, Prof. *I. Bolesta*, Assoc. Prof. *I. Shtablavyi*, Dr. Sci. *O. Petruk*, Dr. Sci. *B. Melekh*, Prof. *M. Kirm*, Prof. *J. Rybicki*, Prof. *A. Suchocki*

Відповідальний за випуск *М. Коваленко*

Адреса редакційної колегії:
Львівський національний
університет імені Івана Франка,
фізичний факультет,
вул. Кирила і Мефодія, 8, 79005 Львів
тел.(032) 239-45-00, 239-44-29

Editorial office address:
Ivan Franko National University of Lviv,
Faculty of Physics,
8 Kyryla and Mefodiya Str.,
UA-79005 Lviv, Ukraine
tel. +(38) (032) 239-45-00, 239-44-29

e-mail: visnyk.lnu@gmail.com
http://physics.lnu.edu.ua/research/our-publisher

Редактор: Н. Плиса
Комп'ютерна верстка: М. Коваленко

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ, ВИДАВЦЯ І ВИГОТОВЛЮВАЧА:
Львівський національний університет
імені Івана Франка,
вул. Університетська, 1, 79000 Львів, Україна.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої
продукції. Серія ДК № 3059 від 13.12.2007 р.

Формат 70x100/16.
Ум. друк. арк. 15,96.
Тираж 50 прим. Зам.

© Львівський національний університет
імені Івана Франка, 2023

CONTENTS

M. Rudysh. Study of elastic and acoustic characteristics of $AgAlTe_2$ crystal 3
A. Kryzhova, Kh. Gnatenko. Probability of quantum state determination among N possible ones 18
L. Solianyk. Quantum-Chemical Simulation of the Activation and Conversion of EAC of Niobie- and Tantalum-Containing Molts on the Surface of the Carbon Electrode 26
O. Baran, Ye. Vovchyk, A. Prysiazhnyi, I. Pidstryhach, I. Sal'nikov. Modernization of telescopes for observing the Sun at the Astronomical Observatory of Ivan Franko Lviv National University 36
B. Melekh, M. Shevchenko, D. Shelestiuk. Checking the reliability of calibration expressions for determining the oxygen abundances in regions of ionized hydrogen using modelling method 44
A. Rovenchak. "Faked" Gentile distribution mimicking weakly non-ideal fermions 61
B. Hnatenko, Kh. Gnatenko. Preparation of maximally entangled four-qubit states on a quantum computer and calculation of the geometric measure of entanglement 70
I. Pryshko, V. Stadnyk, P. Shchepanskyi, L. Karpliuk, N. Ftomyn. Isotropicity in rubidium sulphate crystals 78
B. Mytsyk, B. Horon, N. Demyanyshyn, V. Stadnyk, P. Shchepanskyi, Ya. Kost. Photoelastic properties of ammonium fluoroberyllate crystals 90
H. Ilchuk, A. Kashuba, I. Semkiv, R. Guminilovych. Physical and technological conditions of the deposition of thin films of cadmium chalcogenides by the method of CSD, CSS, and RF– magnetron sputting 101
I. Olenych, M. Pavlyk, R. Serkiz. Sensor elements based on the multi-walled carbon nanotubes – porous silicon nanosystem 116
P. Sapriianchuk, Kh. Gnatenko. Quantifying concurrence of two-qubit quantum states on a quantum computer 127
N. Havrylova, B. Melekh, V. Holovatyy. Modeling the radial distribution of chemical compositions in crab nebula filaments 137
M. Onysko, O. Bovgyra, M. Kovalenko, P. Yakibchuk. Structural and Electronic Properties of the $LiH_3(SeO_3)_2$ Crystals 143
V. Poverzhuk, Yu. Plevachuk, L. Romaka. Electrophysical properties of the Cu–Pb subsystem of Bi–Cu–Ga–In–Sn–Pb high-entropy alloys 157
V. Kapustianyk, Yu. Eliashevskyi, U. Mostovoi, Yu. Chornii. Magnetoelectric effect in $NH_2(CH_3)_2Ga_{0.935}Cr_{0.065}(SO_4)_2{\times}6H_2O$ ferroelectric 166
A. Shutovskyi, M. Skipalskiy, V. Nahod, O. Zamurujeva. Effects of the anharmonicity of the current-phase relation on the dynamics of fluxons in a long Josephson junction 183

ЗМІСТ

М. Рудиш. Дослідження пружних і акустичних характеристик кристала $AgAlTe_2$ 3

A. Kryzhova, Kh. Gnatenko. Probability of quantum state determination among N possible ones 18

Л. Соляник. Квантово-хімічне моделювання активації та перетворень ЕАК ніобіє- та танталовмісних розтопів на поверхні скловуглецевого електрода 26

О. Баран, Є. Вовчик, І. Підстригач, А. Присяжний, І. Сальніков. Модернізація телескопів для спостереження Сонця в Астрономічній обсерваторії Львівського національного університету імені Івана Франка 36

Б. Мелех, М. Шевченко, Д. Шелестюк. Перевірка надійності калібрувальних виразів для визначення вмісту оксиґену в зонах іонізованого гідроґену модельними методом 44

A. Rovenchak. "Faked" Gentile distribution mimicking weakly non-ideal fermions . 61

B. Hnatenko, Kh. Gnatenko. Preparation of maximally entangled four-qubit states on a quantum computer and calculation of the geometric measure of entanglement 70

І. Пришко, В. Стадник, П. Щепанський, Л. Карплюк, Н. Фтомин. Ізотропність у кристалах сульфату рубідію 78

Б. Мицик, Б. Горон, Н. Дем'янишин, В. Стадник, П. Щепанський, Я. Кость. Пружнооптичні властивості кристалів фторберилату амонію 90

Г. Ільчук, А. Кашуба, І. Семків, Р. Гумінілович. Фізико-технологічні умови осадження тонких плівок халкогенідів кадмію методом ХПО, КЗО та ВЧ—магнетронного напилення 101

І. Оленич, М. Павлик, Р. Серкіз. Сенсорні елементи на основі наносистеми: багатошарові вуглецеві нанотрубки – поруватий кремній 116

P. Sapriianchuk, Kh. Gnatenko. Quantifying concurrence of two-qubit quantum states on a quantum computer 127

N. Havrylova, B. Melekh, V. Holovatyy. Modeling the radial distribution of chemical compositions in crab nebula filaments 137

М. Онисько, О. Бовгира, М. Коваленко, П. Якібчук. Структура та властивості електронного спектра кристалів $LiH_3(SeO_3)_2$ 143

V. Poverzhuk, Yu. Plevachuk, L. Romaka. Electrophysical properties of the Cu–Pb subsystem of Bi–Cu–Ga–In–Sn–Pb high-entropy alloys 157

В. Капустяник, Ю. Еліяшевський, У. Мостовой, Ю. Чорній. Магнітоелектричний ефект у сегнетоелектрику $NH_2(CH_3)_2Ga_{0.935}Cr_{0.065}(SO_4)_2{\times}6H_2O$ 166

А. Шутовський, М. Скіпальський, В. Наход, О. Замируева. Вплив ангармонічності струм-фазової залежності на динаміку флюксонів у довгому джозефсонівському контакті 183