ТЕПЛОВЕ РОЗШИРЕННЯ КРЕМНІЙОКСИДНОГО АЕРОГЕЛЮ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

О.В. Долбин, М.В. Хлистюк В.Б. Єсельсон, В.Г. Гаврилко, М.А. Вінніков, Р.М. Баснукаєва (J. of Appl. Phys. Sci. Int., 2017) Аерогель - основа композитної термоізоляції

Руйнування при охолодженні до кріогенних температур?

Водневі паливні баки ракет та апарати для роботи в космічних умовах

кремнійоксідні ланцюжки від'ємний внесок:

> високочастотні поперечні коливання вище кріогенних температур

Коефіцієнт теплового розширення, 10⁻⁵К⁻¹

100 300 Температура, К

кластери 2

позитивний внесок ангармонізмів низькочастотних коливань



0

0



НАДПОТУЖНІ МАГНІТИ, НАДПРОВІДНІ КОМІРКИ ПАМ'ЯТІ, ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВИХ КОМП'ЮТЕРІВ, ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ТЕРАГЕРЦОВОМУ ДІАПАЗОНІ ЧАСТОТ





Теоретично передбачений ще в 60-х роках XX сторіччя (*G. T. Rado, Phys. Rev., 1962*), експериментально виявлений тільки в 2017 році в експериментах з акустоелектричної трансформації монокристалів LiCoPO₄

НАНОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА ТЕПЛОВА МАШИНА

C.I. Кулініч ma iн. Physical Review Letters (2016)

Показано:наносистема може бути механічно активована тепловим потоком: різниця температур призводить до механічного руху ІДЕЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА СХЕМА:



ТЕПЛОВИЙ ПОТІК Є:

 $\mathbf{W} \sim \mathbf{U}(\mathbf{T}_{\uparrow} - \mathbf{T}_{|}) \neq \mathbf{0}$

виникає механічний рух наносистеми внаслідок появи сили нестохастичної природи, яка викликана існуванням теплового потоку



ЗВ'ЯЗУВАННЯ СИНТЕТИЧНОЇ РНК З ОКСИДОМ ГРАФЕНА: СПЕКТРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

М.В. Карачевцев, С.Г. Степаньян, В.О. Карачевцев, В.О. Валеєв, В.С. Леонтьєв (J. Phys. Chem. C, 121, 18221-18233, 2017)

Дослідження гібридизації нуклеїнових кислот з графеновими наноматеріалами є важливими завдяки потенційному застосуванню комплексів при геносенсінгу та у наномедицині. Вперше вивчено взаємодію між синтетичною РНК (полірибоцитідиловоюї кислотою (poly(rC)) та оксидом графена (ГО). Встановлені зміни структури та спектральних властивостей нуклеїнових кислот при взаємодії з ГО.



Граткова та магнітна нестабільність в $Cu_3Bi(SeO_3)_2O_2X(X = Br, CI)$

В. Гнезділов, Ю. Пашкевич, П. Лемменс, В. Курносов, П. Бердоносов, В. Долгих, Е. Кузнецова, В. Прядун, К. Захаров, А. Василієв (Phys. Rev. B 96, 115144, 2017)

Мотивація

Гратки кагоме є найбільш фрустрованими магнітними системами.

□ Основний стан – це спінова рідина. Розуміння властивостей основного стану та спектру збуджень квантової системи кагоме не є повністю задовільним.

Навіть невеликі модіфікації кристалічної структури можуть мати величезний вплив на фононні спектри і властивості низькотемпературної динаміки спінової системи.

Кристалічна Структура



Раманівське Розсіювання Світла

Виявлено структтурне фазове перетворення у Cu₃Bi(SeO₃)₂O₂Cl при *T** = 115 K, яке супроводжується появою нових фононнмх мод в раманівських спектрах. Низькотемпературна структура – неполярна антифероелектрична *Рстп* фаза. Структурні перетворення відсутні у Br-сполуці.

При температурах *T*<*T*_N, інтенсивні моди магнітного походження виявлені в обох сполуках. Аномальна інтенсивність магнітних збуджень пов'язана із



Домінуючі ФМ взаємодії із значною анізотропією всередені шару. Взаємодія між шарами є АФМ. Магнітне поле ~1 Т прикладене уздовж осі *с* перетворює АФМ впорядкування на ФМ. *J*₁ ≈ *J*₂ = 67 K, *J*° = 0.5 K резонансом низькоенергетичних фононів з квантовими магнітними флуктуаціями, які розвиваються навколо *Т*_N та стають щілинними при низьких температурах.







(*H*,*T_i*)-діаграма магнітних фазових переходів в LiCoPO₄

В.М. Хрусталёв, В.Н. Савицкий, Н.Ф. Харченко, ФНТ 43, 1669 (2017).

Побудовано фазову (*H*,*T_i*) - діаграму магнітних станів відомого мультифероїка LiCoPO₄ в полі, спрямованому вздовж АФМ вектора, і в області існування "феримагнітного" стану з М≈1/3М_{нас} виявлено лінію магнітних фазових переходів 1-го роду *H**(*T*) з низькотемпературною кінцевою точкою (*T*_{cr1}). Існування цієї лінії переходів вказує на створення в полі магнітних станів, в яких відсутнє далеке впорядкування малих поперечних спінових компонент.





Анізотропні фріделєвські осциляції в двовимірному електронному газі із спін-орбітальною взаємодією Рашби–Дрессельхауса

І.В. Козлов, Ю.О. Колесніченко (ФНТ 43 в.7, 1067, 2017)

Передбачено суттєву анізотропію фріделєвських осциляцій локальної густини станів (ЛГС) та локальної густини намагніченості (ЛГН), як наслідок комбінованої спин-орбітальної взаємодії (СОВ). Показано, що осциляції ЛГН містять додаткові гармоніки, які пов'язані з переворотом спина, а тому відсутні в спектрі осциляцій ЛГС.



Запропоновано метод знаходження констант спін-орбітальної взаємодії, що базується на аналізі гармонік фріделєвських осциляцій.

Результати можуть бути використані для визначення електрофізичних характеристик функціональних матеріалів на основі двовимірних провідних систем.

Анізотропія межі текучості і мікроструктури нанокристалічного титану

В.А. Москаленко, Ю.М. Погрібна, Р.В. Смолянець, И.С. Брауде (ФНТ 43,1789 (2017))

Вперше виявлена морфологічна анізотропія кристалітів, що розглядається як причина анізотропії межі текучості нанокристалічного (НК) титана. Одержаний результат є відмінним від спостережного для традиційних крупнозернистих матеріалів, де такою причиною, звично, є наявність кристалографічної текстури.

2000 стиснення поперек напрямку вальцювання 2 1200 1 2 800 стиснення вздовж напрямку вальцювання

0

НК титан одержано кріовальцюванням. Розмір зерна d = 45 нм (ПЕМ). Наявність кристалографічної текстури в НК титані не підтверджена.

Розмір кристалітів (РСА):

в напрямку вальцювання L = 55 нм, поперек напрямку вальцювання L = 40 нм. Значення межі текучості σ_{0,2} ~ L ^{-1/2}, що відповідає співвідношенню Холла-Петча

$$\sigma_{0,2} = \sigma_0 + K_y L^{-1/2}$$
.

Рис. Орієнтація вісі стиснення зразка відносно напрямку вальцювання суттєво впливає на значення межі текучості, що є наслідком різниці в розмірах кристалітів у взаємно перпендикулярних площинах

200

температура, К

100

300

Одержаний результат є важливим для науково аргументованих рекомендацій щодо вдосконалення технологічних розробок зі створення сучасних наноматеріалів з новими конструкційними і функціональними властивостями



Тунельно-термоактиваційний механізм дифузіі вакансій у квантовому кристалі

В.Д. Нацик, С.М. Смірнов (ФНТ 43, 1459 (2017))

Запропоновано новий механізм масопереносу у квантових кристалах - тунельноактиваційну дифузію локалізованих вакансій. Розглянуто модель точкового дефекту (вакансії) як псевдочастинки з метастабільними квантовими станами **у** ямах дифузію – як послідовність кристалічного потенціалу, а ії тунельних термоактивованих стрибків між вузлами решітки. Побудована теорія пояснює особливості коефіцієнта дифузії, нещодавно специфічні зареєстровані при експериментальному дослідженні масопереносу у кристалах ³Не та ⁴Не, вона суттєво доповнюе прийняту раніше концепцію квантової дифузії делокалізованих квазічастинокдефектонів.

Квантовий рух дефекту у нерегулярному кристалічному потенціалі U_р(x)



Пенерація наночасток полімерного азоту

E. Savchenko, I. Khyzhniy, S. Uyutnov, M. Bludov, A.P. Barabashov, G. Gumenchuk, V. Bondybey, J. Low. Temp. Phys., 187 (2017) 62-70

Вперше вдалося отримати наночастки полімерного азоту без прикладення гігантського тиску. Завдяки спеціальній методиці опромінення електронами твердого азоту були згенеровані нейтральні нанорозмірні комплекси N₄.

За допомогою оригінальних методів нестаціонарної люмінесценції, токової та оптичної активаційної спектроскопії, розроблених авторами, пояснено механізм формування N₄.



Результати є суттєвим кроком у вирішенні проблеми створення матеріалу з надвисокою енергоємністю — полімерного азоту.



Resonant subgap current transport in Josephson field effect transistor

Є. В. Безуглий, К. М. Братусь (ФТІНТ), V. S. Shumeiko (Chalmers Univ. of Technology, Sweden) Physical Review B, 2017, т. 95, №1, с. 014522 1-10.

Розроблено квантову теорію роботи джозефсонівського польового транзистору - гібридної структуру з надпровідними електродами, що з'єднані прошарком двовимірного електронного газу (2DEG), прозорість D якого керується додатковим електродом (Gate). Показано, що його вольт-амперна характеристика формується резонансним тунелюванням між квантованими станами електронних збуджень у 2D газі та демонструє резонансні особливості на субгармоніках або на гармоніках міжрівневої відстані δ , в залежності від розміру структури L та довжини когерентності ξ_N .

На основі цих результатів запропоновано новий метод спектроскопії зв'язаних станів двовимірних електронів, що є важливою характеристикою джозефсонівського транзистора як приладу надпровідникової електроніки.



Структури та коливальні спектри молекул 5F-урацилу в інертних матрицях та низькотемпературних плівках на оксиді графену. О.Ю. Іванов, В.С. Леонтьєв, Л.Ф. Білоус, Ю.В. Рубін, В.О. Карачевцев (ФНТ 43, 2017)

Вперше в широкому діапазоні (1900–200 см⁻¹) встановлені частоти та інтенсивності смуг поглинання фундаментальних мод, а також комбінаційних коливань, підсилених резонансом Фермі у інфрачервоних спектрах ізольованих молекул 5фтор-урацилу, який є лікарським препаратом першої лінії у боротьбі з онкозахворюваннями.





Виявлення та дослідження двощілинного надпровідного стану залізовмісного надпровідника FeSe за допомогою точкових контактів

Yu. G. Naidyuk, O. E. Kvitnitskaya, N. V. Gamayunova et al., Phys. Rev. B <u>96</u>, 094517 (2017)

<u>Мотивація:</u> Бінарна сполука FeSe (Tc=9K), найпростіша за структурою із сімейства залізовмісних надпровідників, останні роки знаходиться в центрі інтенсивних досліджень. FeSe демонструє надзвичайну чутливість надпровідних (НП) властивостей до зовнішнього тиску (Tc=40K при P=6 ГПа), допування і розмірні НП ефекти (Tc~60-100K в моношарах). Крім цього, у FeSe відсутній магнітний порядок, що може спростити вияснення природи НП спарювання. В той же час дані стосовно величин НП параметру порядку (щілин) і їх кількості вимагають уточнення, а результати щодо їх температурної та магнітопольової залежності наразі відсутні, що обумовило актуальність проведених досліджень.



Температурна та магнітопольова залежності НП щілин у FeSe отримані за допомогою спектроскопії андреєвського відбиття з використанням методу "м'яких" точкових контактів.

Величини НП щілин одержані в результаті обробки андреєвських спектрів у двощілинному наближенні моделі Блондера-Клапвейка-Тінкхама (PRB <u>25</u>, 4515 (1982)).

Температурна залежність щілин (див. рис.) близька до стандартної БКШ залежності, тоді як у магнітному полі величина щілин зменшується незначно. Останнє спостереження спонукає до розробки теорії даної спектроскопії для багатозонних надпровідників у вихоровому стані.

Приведена величина більшої НП щілини 2<∆_L>/k_BT_c=4.2±0.9, вклад якої у спектри превалює (~80%), відносить FeSe до сімейства сильно зв'язаних надпровідників.

Висновки:

Виявлено реалізацію двощілинного НП стану із 2<Δ_L>/k_BT_c=4.2±0.9 та 2<Δ_S>/k_BT_c=2.3±0.5 у найбільш екстраординарному залізовмісному надпровіднику FeSe. Визначені величини щілин та показано що FeSe відноситься до типу сильно зв'язаних надпровідників. Вперше отримані дані щодо температурної (БКШ типу) та магнітопольової (нетралиційної) запежності НП шілин у FeSe.



ЕФЕКТ ВЗАЄМОВПЛИВУ НАДПРОВІДНОСТІ І МАГНЕТИЗМУ В ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ НАДПРОВІДНИКАХ.

А.Л. Соловйов, Л.В. Омельченко, В.Б. Степанов (Phys. Rev. B 94, 224505, 2016)

Вперше механізми експериментально показано, що взаємовпливу надпровідних флуктуацій та магнетизму мають однакову природу у різних типах високотемпературних надпровідників. Як у магнітних з'єднаннях на основі надрешіток YBaCuO/PrBaCuO, так і в залізовмісних надпровідниках, поведінка псевдощілини характерна величини 31 зміною виявлена температури, що характеризується наявністю максимуму та лінійної ділянки



між температурами Т_s та Т_{SDW}. При цьому спостережено взаємозв'язок між магнітними властивостями та температурною залежністю електричного опору. Результат є вєльмі суттєвим для розуміння фізики високотемпературної надпровідності з метою пошуку надпровідності при кімнатних температурах.

