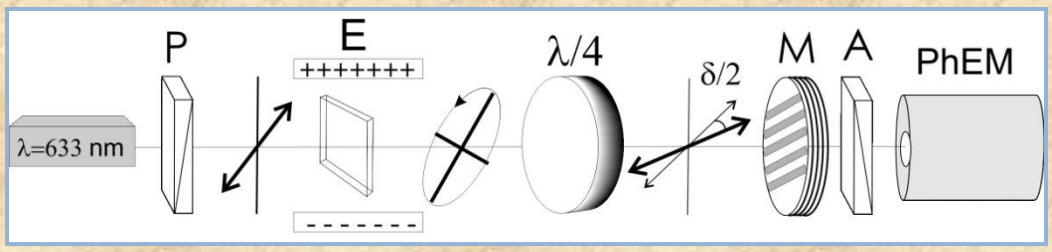
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ім. Б.І. Вєркіна

2015

Ефект Покельса у $TmAl_3(BO_3)_4$

В.А. Бєдарєв, Д.М. Мєрєнков, М.І. Пащенко, С.Л. Гнатченко, Л.М. Безматерних, О.Л. Сухачов, В.Л. Тємєров (Applied Optics, Vol. 55, No. 12 (2016))

Вперше встановлено, що у кристалі $TmAl_3(BO_3)_4$ електричне поле індукує лінійне двозаломлення світла – эфект Покельса. Проведено оцінку електрооптичного коефіцієнту речовини.



$$\Delta n = 2n_a^3 r_g E = \alpha E$$

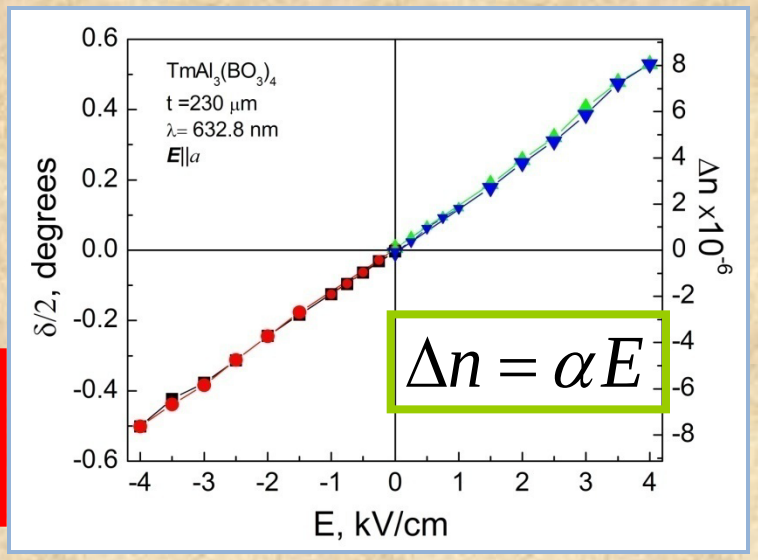
$$n_a \approx 1.44 \pm 0.01$$

$$\alpha = 2.02 \cdot 10^{-9} \left(\frac{cm}{V}\right)$$

r_g – електрооптичний коефіцієнт речовини

$$r_g = \frac{\alpha}{2n_a^{\,3}} = 3.3 \cdot 10^{-10} \left(\frac{\text{cm}}{\text{V}}\right)$$

Залежність лінійного двозаломлення світла від зовнішнього електричного поля.



Виявлення і дослідження ефекту Покельса в рідкісноземельних алюмоборатах розширює можливості їх використання у пристроях керування оптичним випромінюванням, наприклад, модуляторах світла, дефлекторах та перемикачах оптичних каналів.

ВПЛИВ ТИСКУ НА МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ МУЛЬТИФЕРОЇКА $BiFeO_3$

А.С. ПАНФІЛОВ, Г.Є. ГРЕЧНЄВ (ФНТ 41, 679 (2015))

Теоретично і експериментально досліджено природу хімічних зв'язків та їх прояв в магнетизмі мультифероїка $BiFeO_3$

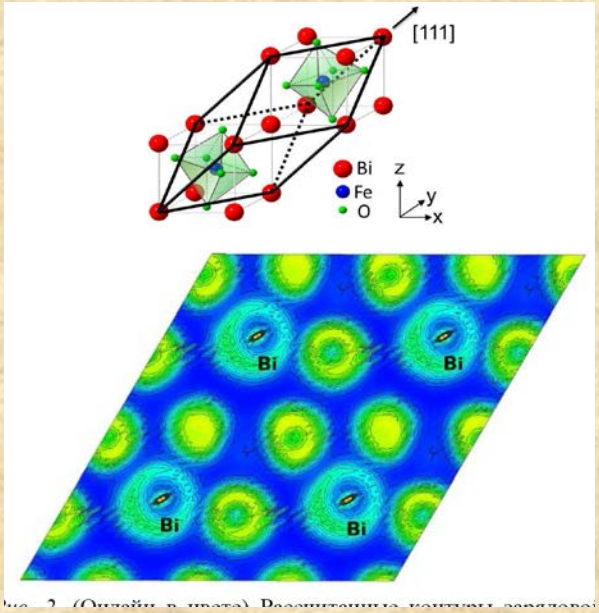


Рис.1. Розраховані контури зарядової густини АФМ фази $BiFeO_3$, які є суттєво анізотропними внаслідок ефектів гібридизації, що обумовлює фероелектричні властивості $BiFeO_3$.

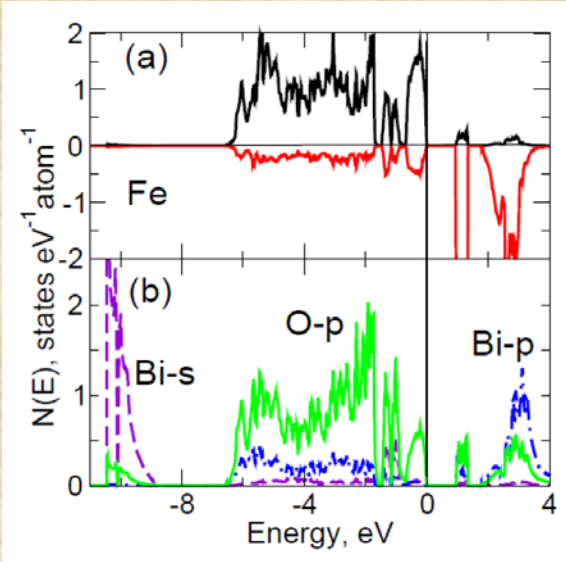


Рис.2. Парціальна густина станів: (а) спін-поляризовані стани заліза, (б) s- і p-стани Bi і O.

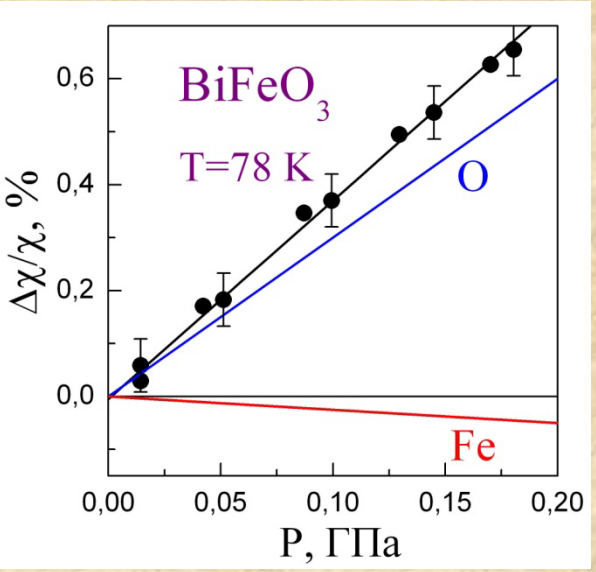
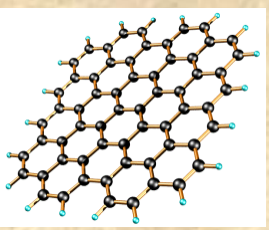


Рис.3. Розрахунки і експеримент свідчать про зростання магнітної сприйнятливості $BiFeO_3$ під тиском.

Значне зростання магнетизму під тиском зумовлено домінуючим внеском поляризованих по спіну електронних p-станів кисню при зміні їх гібридизації з *d*-станами заліза. Доведено, що відповідна об'ємна магнітострикція кількісно описує квадратичний характер залежності електричної поляризації від магнітного поля, що свідчить про домінуючий стрикційний механізм взаємозв'язку електричної та магнітної підсистем в $BiFeO_3$.

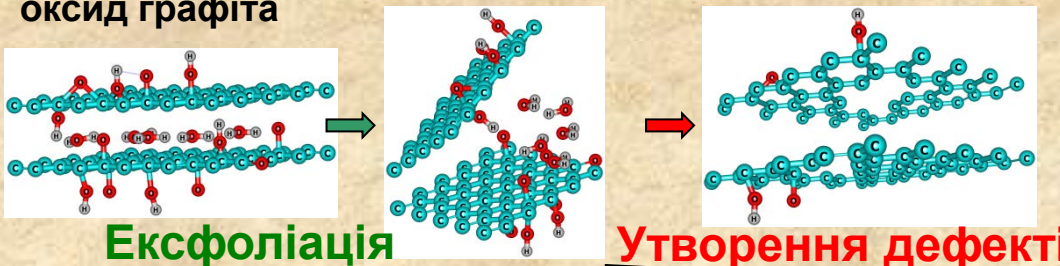
Вплив температури відновлення на сорбційні властивості оксиду графена



A.V. Dolbin, M.V. Khlistyuck et al. (Applied Surface Science 361, 213 (2016))

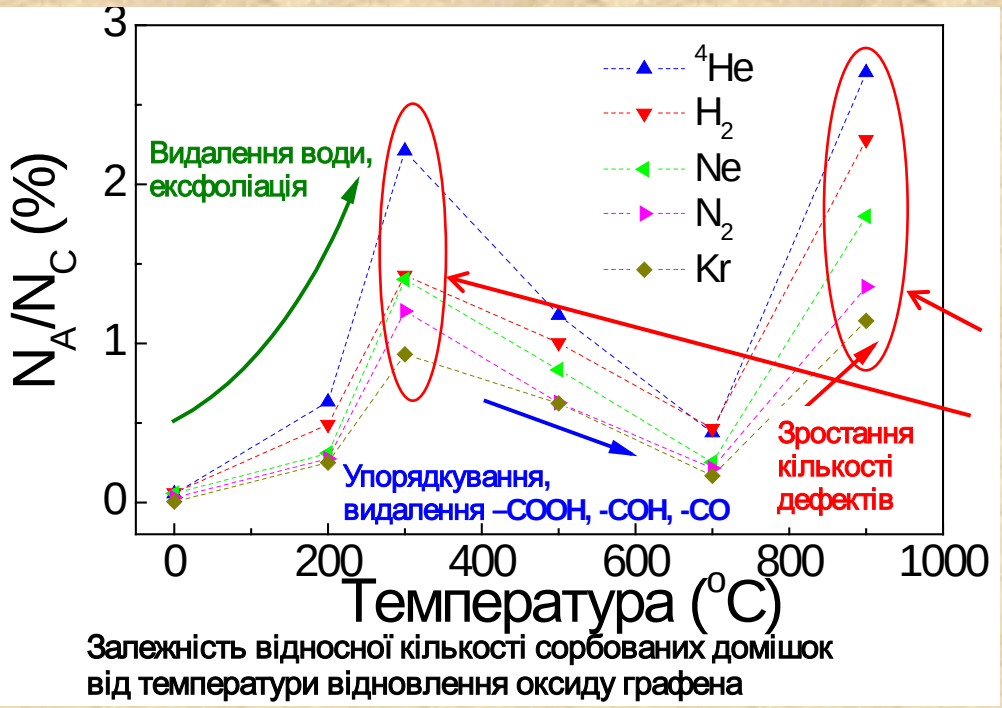
оксид графіта

термічно відновлений оксид графена (TRGO)



Оксид графена (GO) - вуглецевомісткий матеріал, що може бути відновлений до стану графеноподібних листів.

Мета роботи: шляхом термічного відновлення видалити кисневмісні групи з оксиду графена, а також надати його структурі **оптимальних з точки зору сорбційних властивостей** змін.



Залежність відносної кількості сорбованих домішок від температури відновлення оксиду графена

Зростання сорбційної ємності TRGO:
до 40 разів порівняно з GO при **T=300 C** за рахунок видалення води та ексфоліації;
до 50 разів при **T=900 C** за рахунок утворення дефектів.

Термічно відновлений оксид графена є **ефективним сорбентом** і придатний для застосування у **біології та медицині**, оскільки **не містить токсичних відновлювачів та розчинників.**

Науковий проект: ” Термодинамічні, оптичні, транспортні та електронні властивості модифікованих молекулярних нано-структурованих систем та композитів” № 6/15-Н (керівник – чл.кор.НАНУ Стржемечний М.О.)

КВАНТОВИЙ ПЛАСТИЧНИЙ ПЛИН ТВЕРДОГО ^{3}He НИЖЧЕ 0.2 К

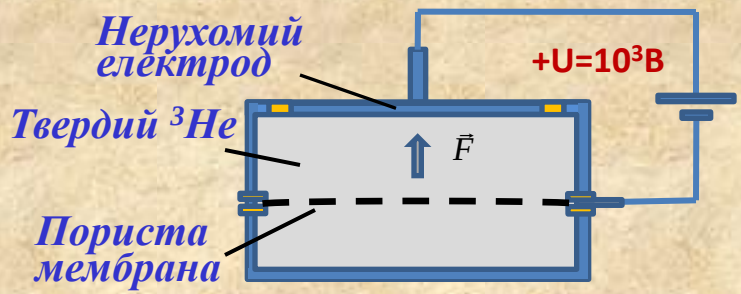
В.А.Майданов, В.А.Жучков, О.О.Лісунов, В.Ю.Рубанський. С.П.Рубець, чл.-кор.НАНУ Е.Я.Рудавський, С.М.Смірнов, Phys.Rev. B92, 140505(R), 2015

Мета роботи: Пошук квантових ефектів в пластичності твердого ^{3}He при низьких температурах

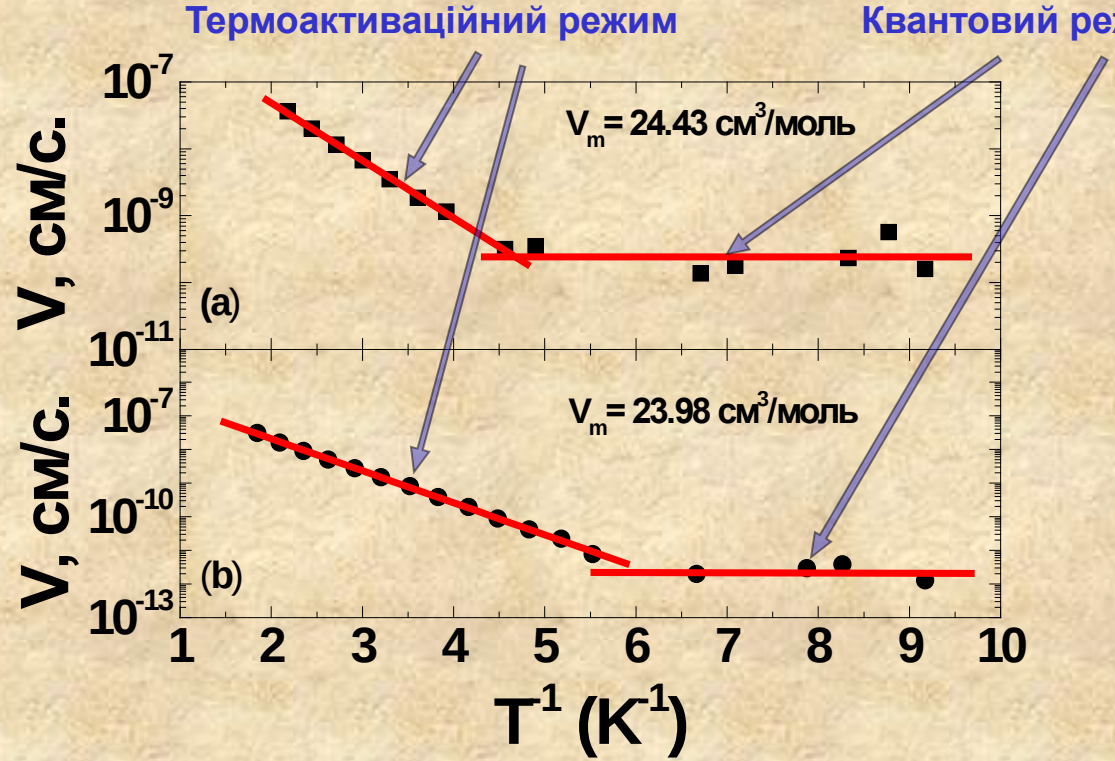
Ідея експерименту

-Кристали гелію вирощуються в зазорі пласко-паралельного конденсатора, де рухливим електродом є мембрана з отворами діаметром 6-8 мкм.

- Електростатична сила F викликає механічне напруження в кристалі, що призводить до перетікання гелію крізь отвори.



Швидкість перетікання твердого ^{3}He



Висновки

- Вперше спостережено пластичний плин твердого ^{3}He при температурах нижче 0,5К.

-Вперше виявлено, що при T<0.2K пластичний плин твердого ^{3}He носить квантовий характер.

- На відміну від ^{3}He, в твердому ^{4}He пластичний плин залишається при тих же умовах термоактиваційним (атом ^{3}He має значно більшу амплітуду нульових коливань).

Квантові інтерференційні явища у тризонних надпровідниках

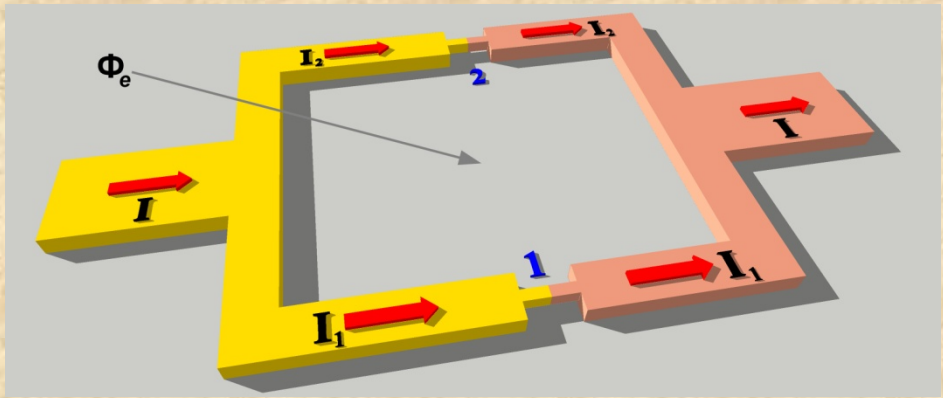
О.М. ОМЕЛЬЯНЧУК, Ю.С.ЄРІН (***Superconductor Science and Technology***

Том 28 , Випуск 9, 095006-1-095006-8.)

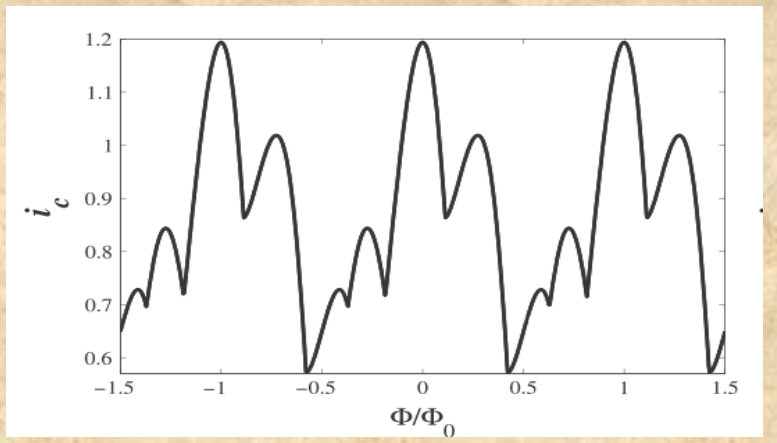
Вперше запропоновано та теоретично вивчено новий тип надпровідного квантового магнітометра заснованого на тризонному надпровіднику з порушеною симетрією відносно обертання часу. Обчислено магнітопольові та струмові характеристики цієї системи, які виявляють нові можливості надчутливого детектування зовнішнього магнітного поля порівняно з традиційним СКВІДом.

Результати розвинутої теорії дають можливість діагностики багатозонних, зокрема **залізо містких**, надпровідників

Двохконтактний надпровідний **магнітометр**



Залежність критичного току від магнітного потоку



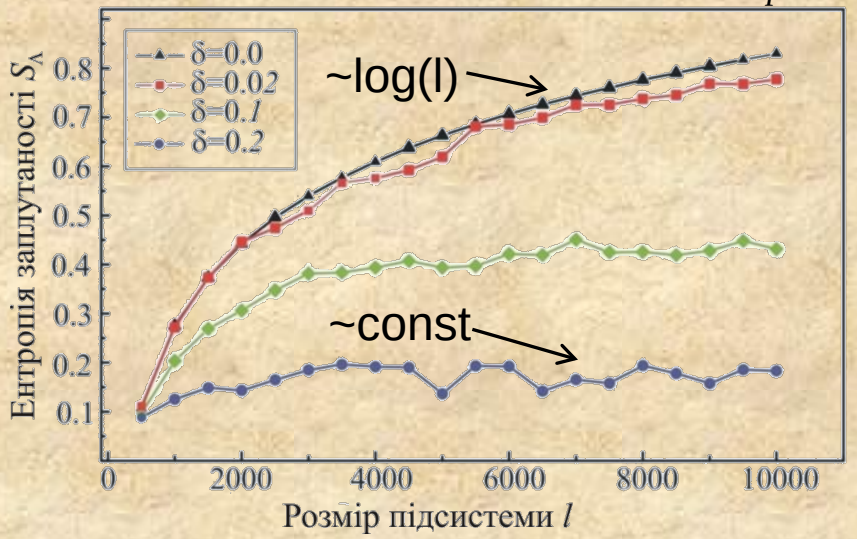
ЗАКОН ПЛОЩІ ДЛЯ ЕНТРОПІЇ ЗАПЛУТАНОСТІ НЕВПОРЯДКОВАНИХ ФЕРМІОНІВ

Л.А. ПАСТУР, В.В. СЛАВІН (PRL, 113 150404)

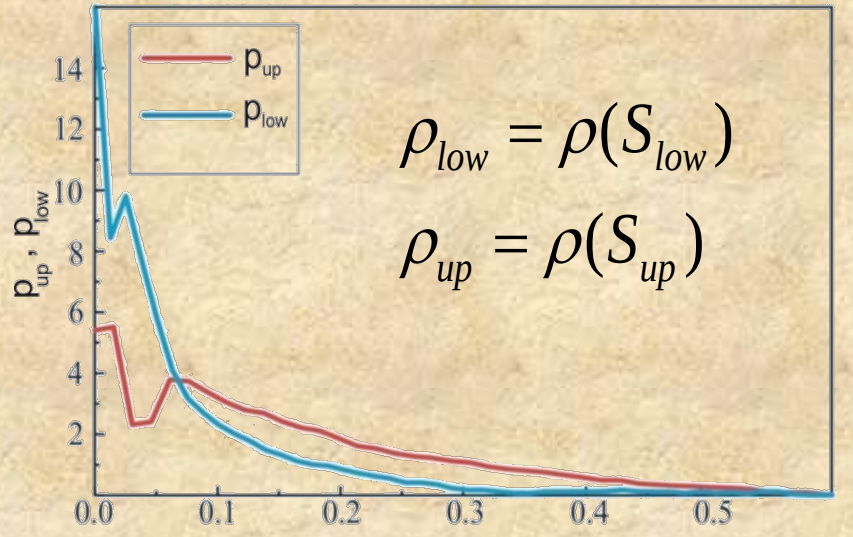
Ω - d-вимірна квантова система розміру L, Λ – її підсистема розміру l ($L>>l$).

$S_\Lambda = -\mathrm{Tr}\,\rho_\Lambda \log \rho_\Lambda$, $\quad \rho_\Lambda = \mathrm{Tr}_{\Omega\setminus\Lambda}\,\rho_\Omega$ - приведена матриця щільності Λ.

Оцінки знизу S_{low} та зверху S_{up} для ентропії заплутаності S_Λ: $S_{low} < S_l < S_{up}$



S_Λ при різних значеннях невпорядкованості δ.



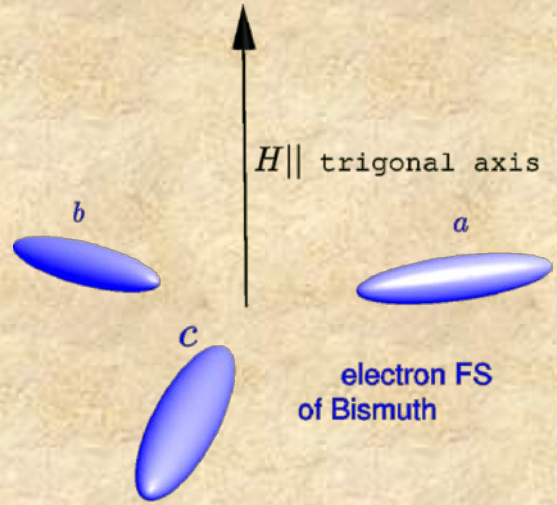
Функції розподілу p_{low} і p_{up}.

1) Закон площі для середньої ентропії заплутаності виконується *завжди* при будь-якій вимірності системи.

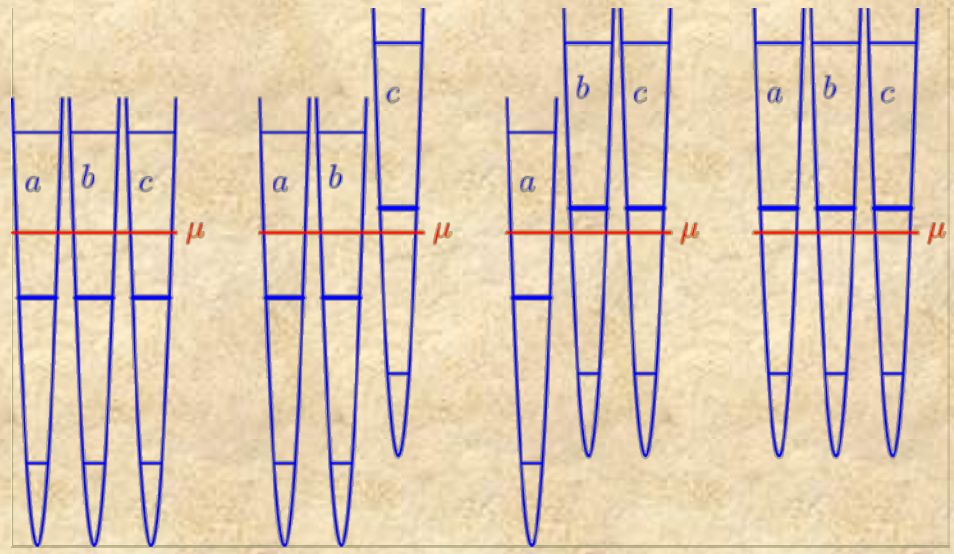
2) При d=1 ентропія заплутаності не є самоусередненою величиною.

СПОНТАННЕ ПОРУШЕННЯ КРИСТАЛІЧНОЇ СИМЕТРІЇ МЕТАЛІВ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ

Г.П. Микитик, Ю.В. Шарлай (Physical Review B 91, 075111, 2015)



Магнітне поле H спрямовано вздовж осі симетрії металу з багатодолинним електронним енергетичним спектром.



При наближенні рівня Ландау електронів до енергії Фермі μ магнітострикція може привести до зниження симетрії кристалу, і електронні еліпсоїди стають нееквівалентними. Це відбувається в вигляді послідовності структурних фазових переходів першого роду.

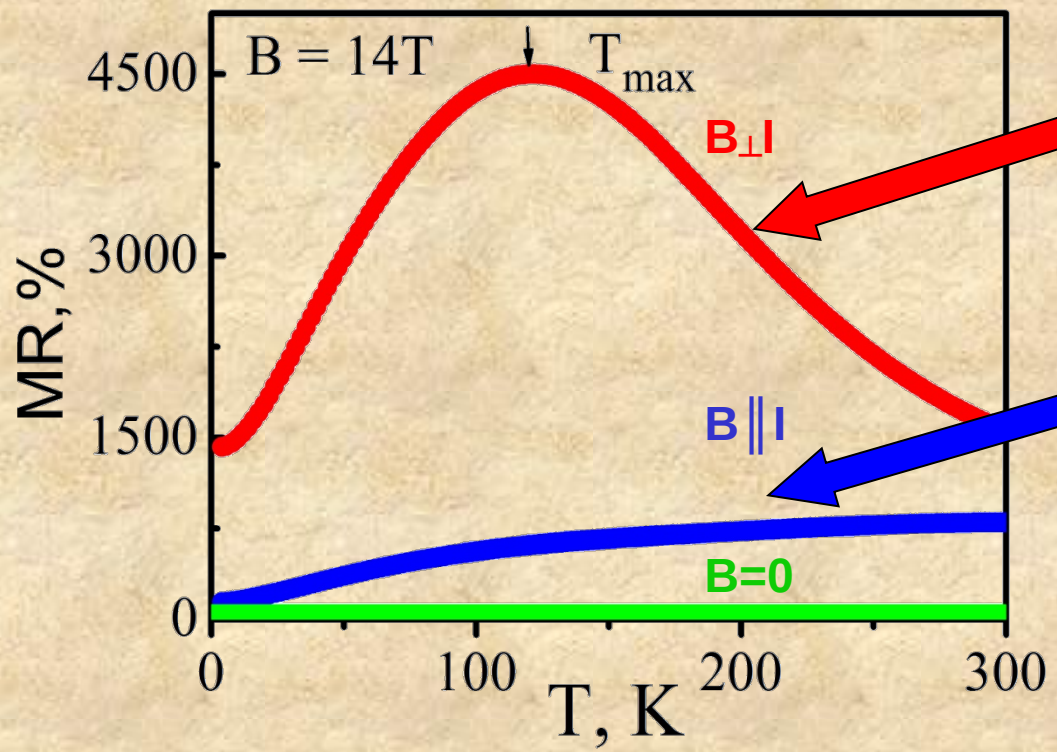
Трансформація електронних еліпсоїдів a, b, c при збільшенні магнітного поля. Один з рівнів Ландау електронів є близьким до енергії Фермі μ.

РЕКОРДНО ВИСОКИЙ МАГНІТОРЕЗИСТИВНИЙ ЕФЕКТ В ТЕКСТУРОВАНОМУ ПОЛІКРИСТАЛІ $Bi_{93.99}Mn_6Fe_{0.01}$ В МАГНІТНИХ ПОЛЯХ ДО 14 Т.

В.М. Свєтлов, А.В. Терехов, В.Б. Степанов, А.Л. Соловйов, Е.В. Христенко, О.М. Ивасішин,, А.Д. Шевченко, З.Д. Ковалюк (ФНТ, 41, 4. 405 (2015)).

Вперше виявлено рекордно високий (більш ніж 4500%) магніторезистивний ефект MR=[(ρ(B,T)-ρ(0,T))/ρ(0,T)]*100%] **в текстурованих полікристалах** $Bi_{93.99}Mn_6Fe_{0.01}$ **в магнітних полях до 14 Т.**

Виявлений ефект є перспективним для застосування в приладах сучасної спінтроніки.



У випадку, коли магнітне поле B перпендикулярно струму I, магніторезистивний ефект

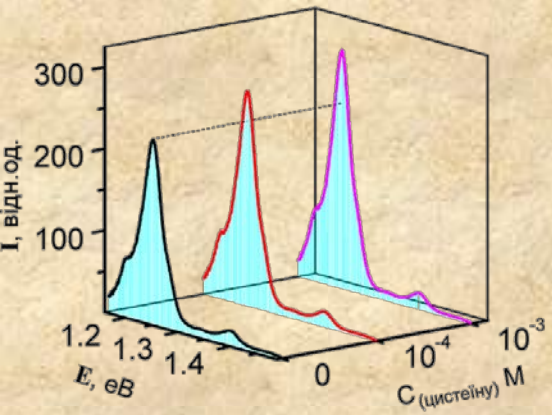
у 10 разів вище,

ніж якщо поле спрямовано вздовж струму.

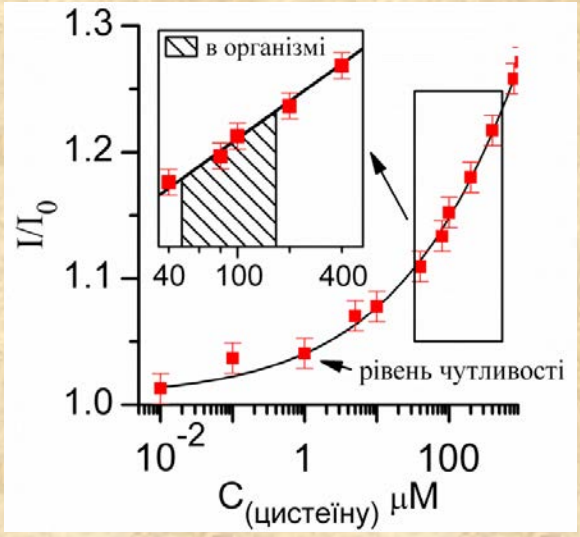
Струм був спрямований вздовж довгої сторони зразка, вирізаного вздовж осі росту кристалу.

Зростання люмінесценції вуглецевих нанотрубок при допуванні амінокислотою: можливість селективного детектування цистеїну у водних розчинах

Н.В. Курносов, В.С. Леонтьєв, О.С. Лінник, В.О. Карачевцев (Chem.Phys.Lett. 623, 51 (2015))

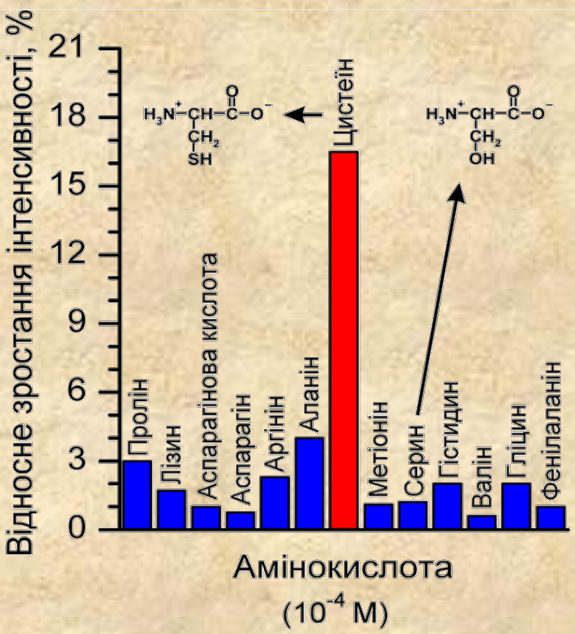


Додавання цистеїну у водну суспензію вуглецевих нанотрубок призводить до значного (до ~30 %) зростання інтенсивності світіння напівпровідникових нанотрубок.

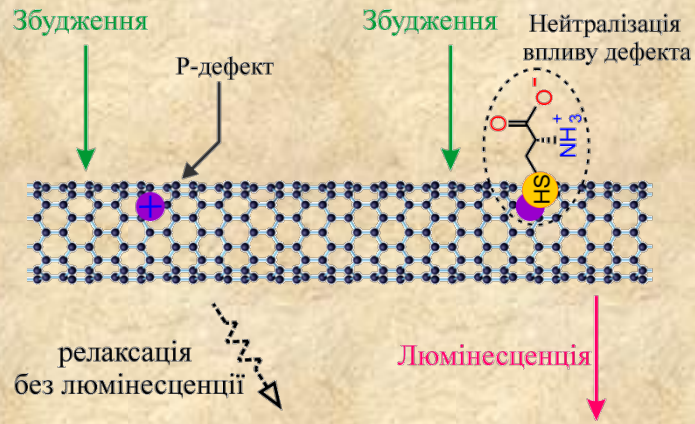


У діапазоні концентрації цистеїну, спостерегаемом у організмі людини, відбувається лінійне зростання інтенсивності світіння нанотрубок.

Рівень чутливості 1μM



Вплив на люмінесценцію нанотрубок інших амінокислот значно менший (не більш 5 %).



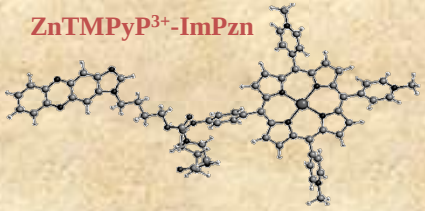
Зростання інтенсивності світіння пов'язане із здатністю молекули цистеїну відновлювати на поверхні нанотрубок дефекти, що гасят люмінесценцію.

Селективна дія пов'язана з тіольною групою, яка входить тільки до структури цистеїну.

люмінесценція вулецевих нанотрубок може бути використана для селективного детектування цистеїну у водних розчинах

ВПЛИВ МЕТАЛІЗАЦІЇ ПРОТИРАКОВОЇ ПОРФІРИНОВОЇ СПОЛУКИ ІОНОМ Zn^{2+} НА ЇЇ ЗВ'ЯЗУВАННЯ З КВАДРУПЛЕКСНОЮ ДНК

О.О. Рязанова, І.М. Волошин, В.О. Карачевцев (J. Fluoresc., 25, 1013 (2015); 25, 1897 (2015))



Протиракова активність металізованого кон'югату в 3,7 разів більше, ніж у неметалізованої сполуки

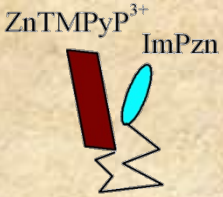
Поляризована флюоресценція двох компонентів сполуки дозволяє визначити тип їх зв'язування з ДНК.

У водному розчині (без ДНК)

$TMPyP^{3+}$-ImPzn

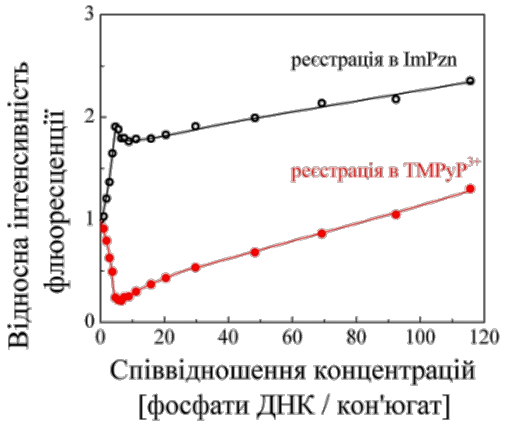
Утворюється гетеродимер

Zn$TMPyP^{3+}$-ImPzn

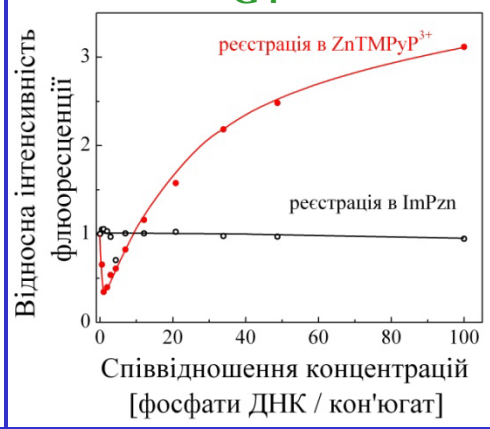


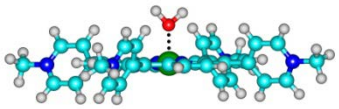
Гетеродимер не утворюється

$TMPyP^{3+}$-ImPzn + G4



Zn$TMPyP^{3+}$-ImPzn +G4

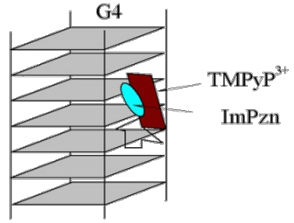




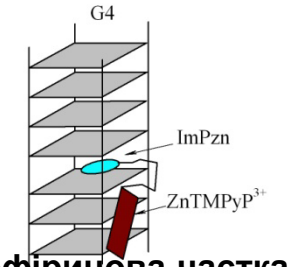
Zn^{2+} іон утворює координаційний зв'язок з молекулами води, що перешкоджає формуванню порфірин - феназинових гетеродимерів. Це дозволяє обом компонентам сполуки окремо зв'язуватись з ДНК та підсилити стабілізацію G-квадруплексів.

Подвійна стабілізація квадруплексної ДНК обома компонентами металізованої сполуки індукує порушення теломеразної активності і пригнічення росту ракових клітин.

Металізація сполуки суттєво змінює характер її зв'язування з квадруплексною ДНК.



Гетеродимер вбудовується в жолобок квадруплексної ДНК

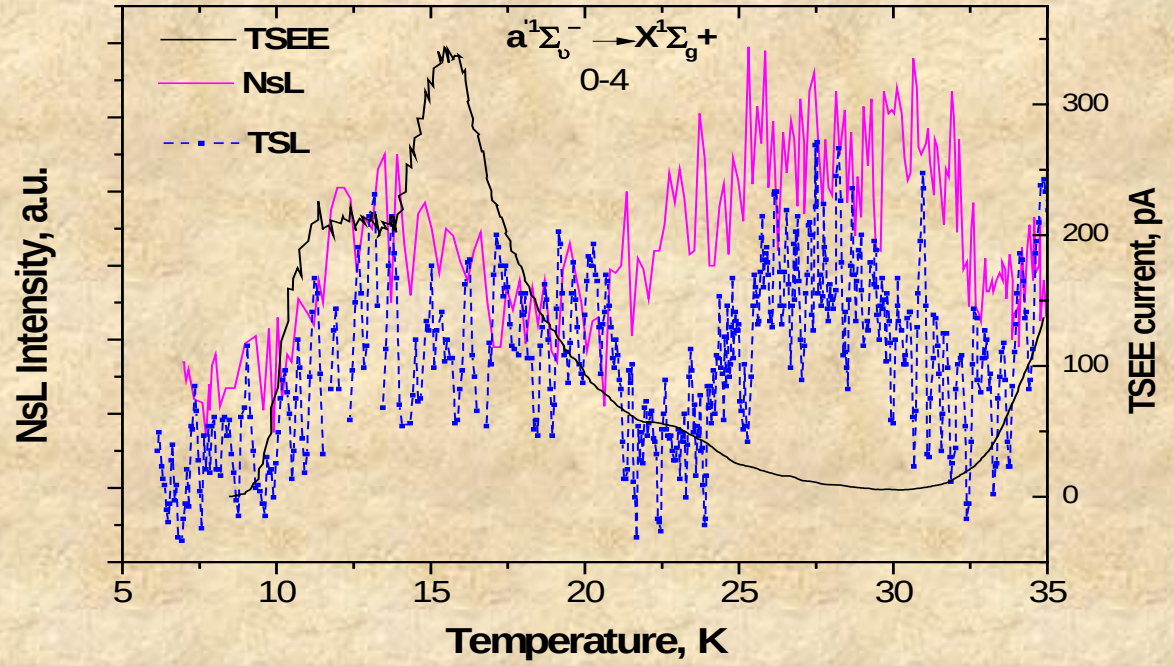


Порфіринова частка вбудовується в жолобок ДНК, а феназинова -поміж площинами основ ДНК

РАДІАЦІЙНО-СТИМУЛЬОВАНЕ ФОРМУВАННЯ ПОЛІАЗОТИСТИХ СПОЛУК

E.V. Savchenko, I.V. Khyzhniy, S.A. Uyutnov, A.P. Barabashov, G.B. Gumenchuk, M.K. Beyer, A.N. Ponomaryov, V.E. Bondybey, J. Phys. Chem.A, **119 (11), 2475 (2015)**

Розроблено інноваційну методику формування поліазотистих сполук, що є основою для створення полімерного азоту – матеріалу з рекордними показниками запасеної енергії.



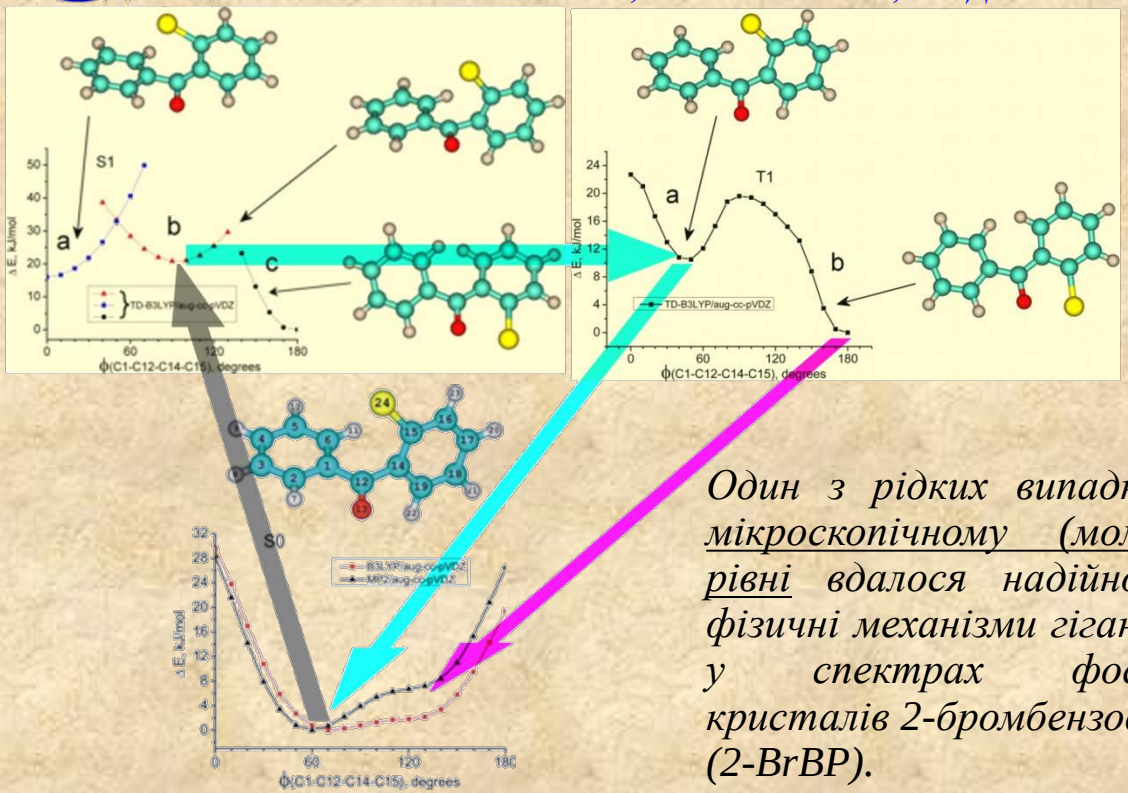
Кореляція термо- та нестаціонарної люмінесценції вказує на зв'язок спостережуваних емісій з реакцією диссоціативної рекомбінації:

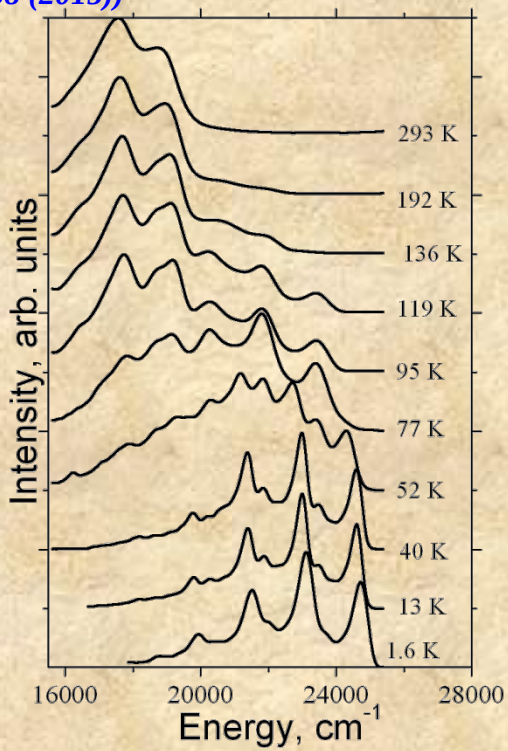
$$N_4^+ + e^- \rightarrow N_2^* (a'\,^1\Sigma_u^-) + N_2 + \Delta E \rightarrow N_2 + N_2 + h\nu + \Delta E$$

Виявлено широке коло чотириатомних і триатомних сполук азоту N_4^+, N_3^+, N_3^- та N_3. Одержана інформація становить особливий інтерес не тільки для розробки матеріалів майбутнього на основі поліазотистих сполук, але й для астрофізики та забезпечення належної роботи космічних апаратів та прискорювачів частинок високих енергій.

СЦЕНАРІЙ ЗМІНИ СПЕКТРІВ ФОСФОРЕСЦЕНЦІЇ КРИСТАЛУ ОРТО-БРОМБЕНЗОФЕНОНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

М.О. СТРЖЕМЕЧНИЙ, С.Г. СТЕПАНЯН, Д.І. ЗЛОБА, Л.М. БУРАВЦЕВА, Ю.П. ПИРЯТИНСЬКИЙ, В.І. МЕЛЬНИК, Г.В. КЛІШЕВИЧ, Л. АДАМОВИЧ (Chem. Phys. 463, 58 (2015))





Один з рідких випадків, коли на мікроскопічному (молекулярному) рівні вдалося надійно з'ясувати фізичні механізми гігантських змін у спектрах фосфоресценції кристалів 2-бромбензофенону (2-BrBP).

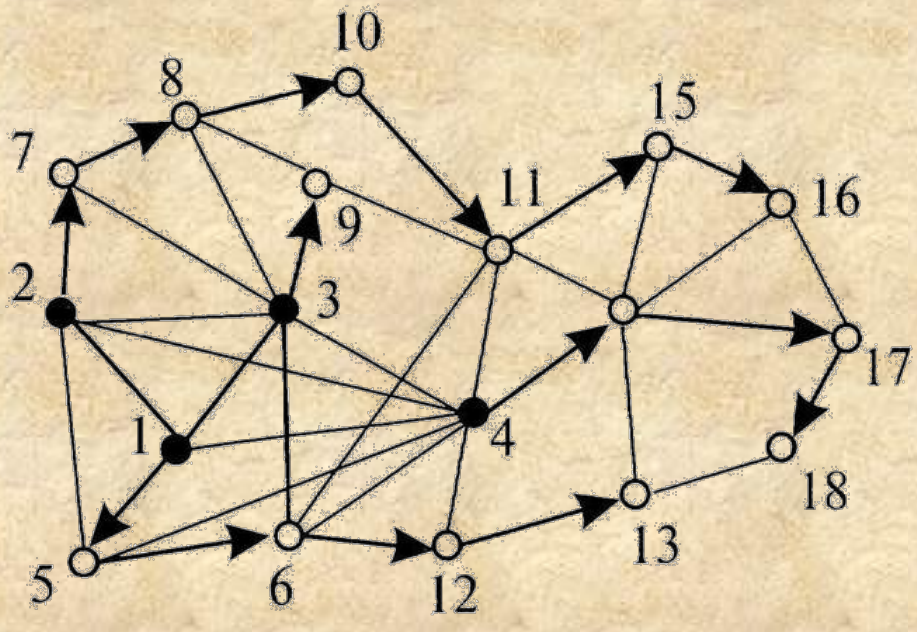
Особливості, що обумовлюють аномалії спектрів кристалів *2-BrBP* отримані з квантово-хімічних розрахунків:

-- незвично слабка залежність енергії молекули в основному стані від конформації (**конформаційна байдужість**);

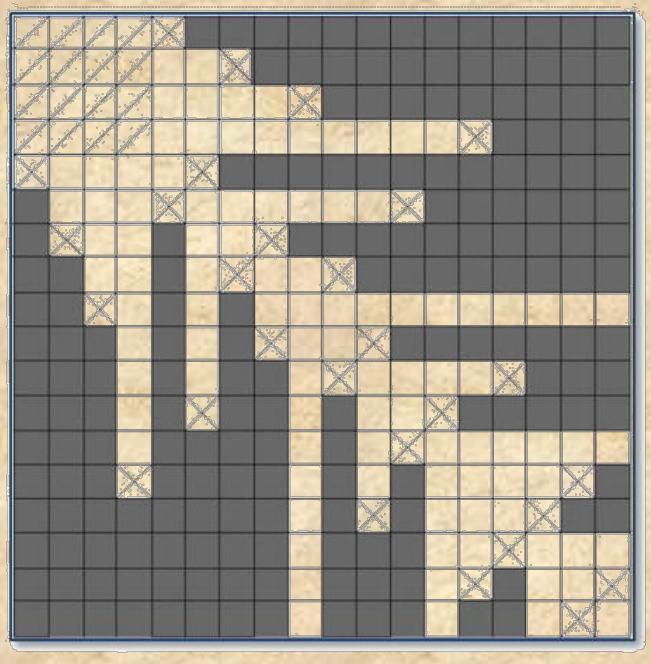
-- наявність **низького** бар'єру (не притаманного усім іншим бензофенонам) у триплетному стані (з якого відбувається світіння), що дозволяє світіння **двох серій**;

Особливості спектрів: 1) **дві** мономерні серії зі змінним співвідношенням залежно від температури, 2) взаємна орієнтація збудженої молекули у нижчому стані T_1 (відносно одного з сусідів) сильно сприяє формуванню двомолекулярного збудженого стану (**триплетного ексимеру**).

ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА ЕРМІТОВОЇ МАТРИЦІ



Граф взаємодії системи коливальних частинок.



Матриця потенційної енергії відповідної механічної системи.

Чорні точки - частинки, що спостережуються. Потрібно обчислити коливання всіх частинок системи з спостережень тільки за чорними (4-ма) частинками.

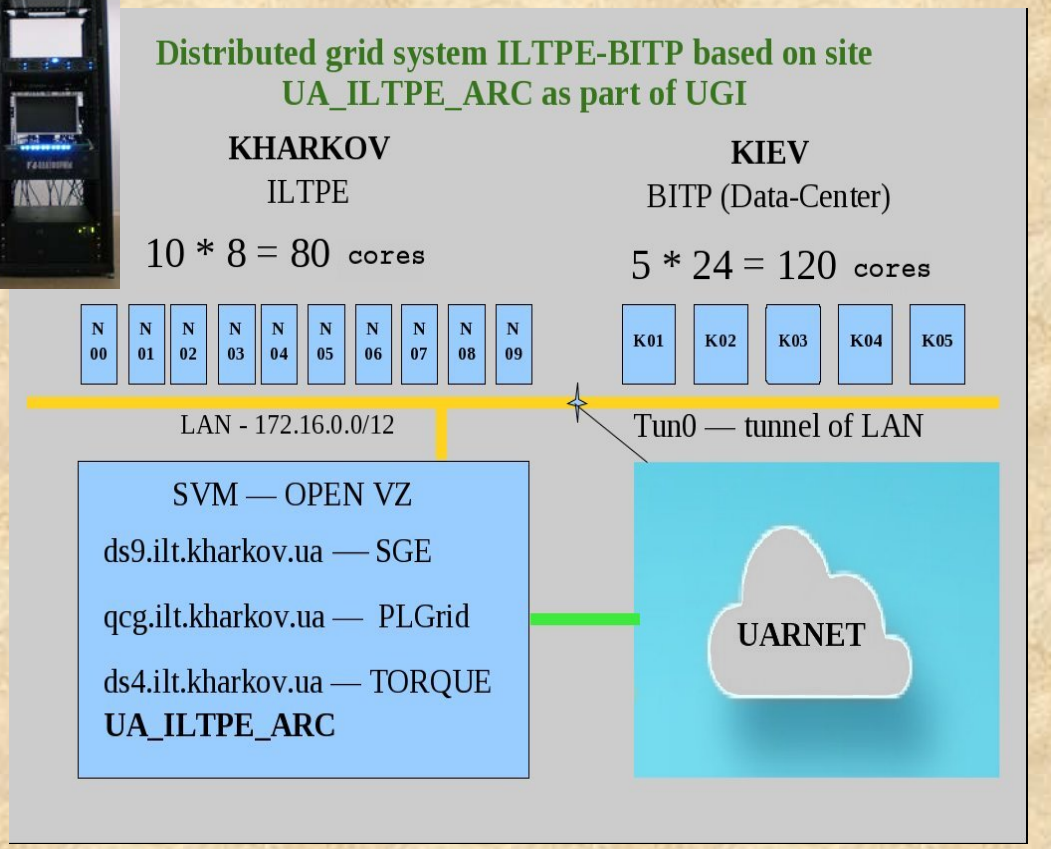
Чорні квадрати - нульові елементи матриці. Всі інші елементи обчислюються за розробленим алгоритмом.

Універсальний обчислювальний грід-кластер ФТІНТ НАН України

UA_ILTPE_ARC — B.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering NAS of Ukraine (ILTPE)

100% AVAILAB. LAST 30 DAYS | 100% RELIAB. LAST 30 DAYS

За роки існування "Державної цільової науково-технічної програми впровадження і застосування грід-технологій на 2009-2014 роки" (UA-Grid) ФТІНТ на шляху створення сучасної грід-інфраструктури пройшов шлях від найпростішої грід-платформи до ресурсного центру EGI.



Сводная таблица мониторинга ресурсов (31.03.2015)

(1 - Authentification Test, 2 - Certificate Test, 3 - GCC, 4 - GridFtp Test, 5 - Host Alive, 6 - InfoSys, 7 - JobSubmit, 8 - SoftVer)

-Ok; - Error; - No test.

№	Кластер	Организация	Результаты выполнения тестов 1	2	3	4	5	6	7	8	Оценка
13	ds4.ilt.kharkov.ua	Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины	+	+	+	+	+	+	+	+	DONE

BITP ARC Training	224	0+72 (queue inactive)	0+0
BITP Cluster	224	28+44	11+0
CHIMERA	168	0+0	25+0
ICYB SCIT-3	1480	0+440	0+0
IEP Cluster	52	0+4 (queue inactive)	0+0
IFBG Cluster	60	0+24	0+0
ILTPE ARC UA	216	6+140	1+0
IMBG ARC	312	212+96	94+0
IMMSP Cluster	40	0+0	3+0
IMP ARC CE	84	0+56	0+0
IOP Cluster	104	0+0	0+0
IPMS Cluster	24	0+16	0+0
ISMA cluster	468	0+439	0+0
ISOFTS Cluster	0		0+0
KIPT IPP	2	0+0	0+0
KPI training cluster	72	0+0	0+0
MHI Cluster	136	0+0	0+0
PIMEE ARC	24	0+6	12+0