

леджа в процесі навчання фізиці, основам біофізики і медичній апаратури. На прикладі впровадження в освітню педагогічну практику автора сценаріїв дидактичних ігор «Пентагон» і «Помиллюм», а також проекту з використанням делової гри при вивченні шумових і електромагнітних явищ, продемонстрована ефективність поєднання їх навчальної, розвиваючої і виховної функцій і активізації пізнавальної діяльності студентів вищих медичних навчальних закладів I-II рівня акредитації.

Ключевые слова: дидактическая игра; интеллектуальная игра; деловая игра; естественно-научные дисциплины.

N. V. Ostapovych

National Medical O. O. Bohomolets University

DIDACTIC GAMES AS MEANS OF ACTIVATION IN STUDY OF NATURAL SCIENCES AT THE MEDICAL COLLEGE

The article deals with the problem of elaboration of didactic business and intellectual games and their use for teaching

of the future medical workers in natural sciences. Based on the analysis of theoretical sources the demand for the use of this kind of educational technologies exactly in training of the future medical workers on the level of the college in course of study of physics, foundations of biophysics and medical devices has been proved. Based on the example of the introduction into the own pedagogical practice of the author of the scenarios of didactic games «Pentagon» and «Mistakes Millennium», as well as of the project with the use of the business game by studying the noise and electromagnetic phenomena, the efficiency of combination of their teaching, developing and educational functions and activation of the cognitive activity of students at the institutions of higher education with the 1st-2nd accreditation level has been demonstrated.

Key words: didactic game; intellectual game; business game; natural sciences.

Отримано: 2.10.2014

УДК 543.424

Р. А. Поведа

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
e-mail: povedar@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ЕМПІРИЧНИХ ТА СИНТЕТИЧНИХ СПОСОБІВ ДОСЛІДЖЕНЬ МОЛЕКУЛЯРНИХ СПЕКТРІВ

У статті експериментальні результати вимірювань спектрів скорельовано з неімперичними синтетичними спектрами комбінаційного розсіяння світла в кристалах β -ZnP₂. Спектр в області сильного поглинання доповнено розрахунками за допомогою сучасного програмного забезпечення. Високочастотна ділянка спектру в кристалах β -ZnP₂ зумовлена коливаннями ділянок спіралей з атомів Р – структурних елементів ґратки β -ZnP₂, що за коливальними властивостями дуже подібні нескінченним спіралям з атомів Р в кристалах α -ZnP₂.

Ключові слова: комбінаційного розсіяння світла, незвідні представлення, комп'ютерне моделювання.

В даній роботі експериментальні результати вимірювань спектрів скорельовано з неімперичними синтетичними спектрами комбінаційного розсіяння (КР) світла в кристалах β -ZnP₂. Спектри нерезонансного комбінаційного розсіяння збуджувалися випромінюванням неперервним титано-сапфірового лазера з довжиною хвилі 8527 ангстрем. Приймачем розсіяного випромінювання виступала охолоджена до 70 К малозашумлена матриця приладів з зарядовим зв'язком (ПЗЗ). Спектр реєструвався за допомогою спектрометра Ramanog (Mole 1000) з півшириною апаратної функції менше 0,5 см⁻¹. Напрямок збуджуючого випромінювання був завжди перпендикулярним до напрямку реєстрації [6].

Двовісні кристали «чорної» структурної модифікації дифосфіду цинку, β -ZnP₂, широко досліджуються як прямозонні напівпровідники, що мають дуже чітко визначені з розділеною тонкою структурою полісеріальні лінійчаті спектри поглинання та люмінесценції вільних екситонів Ваньє-Мотта [1-3], які до того ж, зв'язуються при порівнянні низьких рівнях збудження в біекситонні молекули [4, 5] з подальшою тенденцією до їх конденсації. До даного часу, на жаль, в цих кристалах недостатньо досліджено енергетичний спектр фононних станів, що значною мірою впливають на процеси екситонного поглинання світла та екситонної рекомбінації. Інформацію про ці стани можна отримати перш за все із дослідження спектрів інфрачервоного (ІЧ) поглинання та спектрів нерезонансного або резонансного комбінаційного розсіяння (КР) світла. Наявність інверсії як елемента симетрії кристалічної ґратки призводить до альтернативної заборони, в зв'язку з якою парні за симетрією фониони можна спостерігати лише в спектрах КР світла.

Технічним ускладненням для дослідження, наприклад, нерезонансного КР світла на фонах в кристалах β -ZnP₂ є мала величина забороненої зони, що при температурі 1,6 К становить лише 1,60263 еВ. Це потребує застосування інфрачервоного лазера для збудження нерезонансного КР світла та різко утруднює реєстрацію його спектрів при отриманні експериментальних результатів. Тому в даній роботі було спробоване доповнити експериментальні дані синтетичними спектрами, розрахованими з застосуванням сучасних програм квантово-механічних розрахунків коливних станів молекулярних структур.

Симетрія кристалічної ґратки кристалів β -ZnP₂, що відносяться до моноклінних системи та сингонії, описується просторовою групою P12₁/c1 або скорочено P2₁/c (C_{2h}⁵), а кристалічного класу – 2/m (C_{2h}). Елементарна комірка містить 24 атоми, що належать 8 формульним одиницям сполуки β -ZnP₂. Як легко бачити з *табл. 1*, де наведено незвідні представлення точкової групи 2/m та правила відбору для двох орієнтацій кристалографічної осі c₂ (для кристалів β -ZnP₂ прийнято використовувати традиційну для моноклінних кристалів кристалографічну установку з c₂||y), 72 фундаментальні коливальні моди (моди центра зони Брилюена – точки Γ) розподіляються за незвідними представленнями групи 2/m таким чином:

$$\Gamma_{\text{vib}} = 18\Gamma_1^+ + 18\Gamma_1^- + 18\Gamma_2^+ + 18\Gamma_2^-$$

З них виділяються 3 акустичні:

$$\Gamma_{\text{ac}} = \Gamma_1^- + 2\Gamma_2^-$$

та 69 оптичних:

$$\Gamma_{\text{opt}} = 18\Gamma_1^+ + 17\Gamma_1^- + 18\Gamma_2^+ + 16\Gamma_2^-$$

33 непарні оптичні моди активні в спектрах інфрачервоного поглинання – це моди 17 Γ_1^- та 16 Γ_2^- і 36 парних оптичних мод активні в спектрах КР – моди 18 Γ_1^+ і 18 Γ_2^+ .

Таблиця 1

Незвідні представлення точкової групи 2/m, правила відбору та класифікація фундаментальних коливань кристалу β -ZnP₂

2/m (C _{2h})	e	c ₂	i	σ_h	$n_{\text{vib}} n_{\text{ac}} n_{\text{opt}}$	c ₂ z	c ₂ y
Γ_1^+	1	1	1	1	18 0 18	$\alpha_{zz}, \alpha_{xx}, \alpha_{yy}, \alpha_{xy}; ia$	$\alpha_{zz}, \alpha_{xx}, \alpha_{yy}, \alpha_{xy}; ia$
Γ_1^-	1	1	-1	-1	18 1 17	$\mu_z; \nu$	$\mu_y; \nu$
Γ_2^-	1	-1	1	-1	18 0 18	$\alpha_{zx}, \alpha_{zy}; ia$	$\alpha_{zx}, \alpha_{xy}; ia$
Γ_2^+	1	-1	-1	1	18 2 16	$\mu_x, \mu_y; \nu$	$\mu_z, \mu_y; \nu$
$\chi\Gamma_{\text{vib}}$	72	0	0	0			
$\chi\Gamma_{\text{ac}}$	3	-1	-3	1			

На *рис. 1, 2* [6] наведені експериментально одержані спектри нерезонансного КР світла, що зареєстровані при температурі кристалу 293 К в поляризаціях z(xy)x та z(x(z+y))x, відповідно.

Важливо відзначити, що спектральні інтервали частот спектрів КР світла в кристалах β -ZnP₂ і α -ZnP₂ співпада-

ють. Майже співпадають і частоти високочастотних ділянок спектрів. В кристалах α -ZnP₂ ці частоти відповідають коливанням спіралей з атомів фосфору (P) [5]. Чисельний же збіг високочастотних ділянок фонових спектрів α - та β -модифікацій дифосфіда цинку свідчить про те, що високочастотна ділянка спектру KP в кристалах β -ZnP₂ зумовлена коливаннями ділянок спіралей з атомів P – структурних елементів ґратки β -ZnP₂, що за коливальними властивостями дуже подібні нескінченним спіралям з атомів P в кристалах α -ZnP₂. При цьому найбільш інтенсивна смуга спектра KP 433,0 см⁻¹ відповідає основному синфазному для всіх чотирьох трансляційно нееквівалентних ділянок P-спіралей квазівалентному коливанню атомів P, а смуги 448,4; 458,2; 466,3 – квазівалентним за походженням ортогональним до основного несинфазним збудженням коливанням.

Цікаво, що поляризаційну залежність в спектрі виявила лише смуга 448,4 см⁻¹. Вона безперечно є смугою розсіяння на фонові з симетрією Γ_2^+ . В поляризації z(xz) ця смуга залишається єдиною в спектрі KP, але сам спектр KP в цій поляризації має дуже слабку інтенсивність, що пов'язана з сильним поглинанням випромінювання в області 850-890 нм в дозволений поляризації E||z за рахунок зон-зонних переходів, які при температурі 293 К стають актуальними через температурне зменшення ширини забороненої зони. Тому застосуємо неемпіричні способи досліджень.

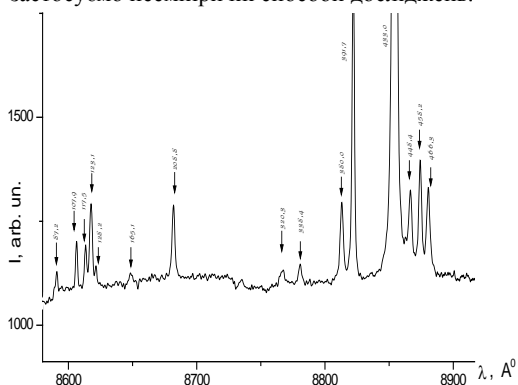


Рис. 1. Спектр KP кристалу β -ZnP₂ в поляризації z(xz). Цифри над смугами позначено енергії фонові в см⁻¹

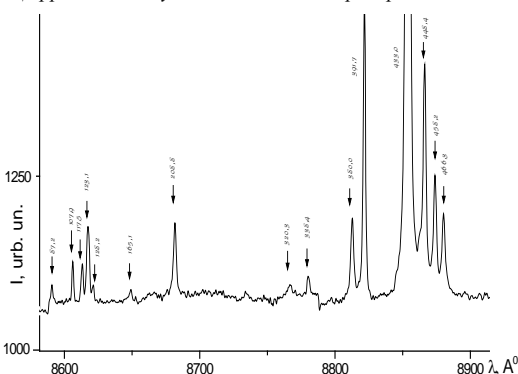


Рис. 2. Спектр KP кристалу β -ZnP₂ в поляризації z(x(z+y))x

Для розуміння поведінки молекули, розглянемо спочатку просту коливальну систему, яка складається з вантажу на пружині. Кінетична енергія K дається виразом

$$K = \frac{1}{2}mv^2,$$

де m – маса, а v – швидкість вантажу. Потенціальна енергія стискання і розтягування пружини V досягає максимуму в крайніх (верхньому і нижньому) положеннях вантажу. Для того, щоб з рівняння коливального руху знайти частоту, використовується другий закон руху Ньютона:

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m}x.$$

Розв'язок цього рівняння, x , повинен бути такою періодичною функцією, щоб її друга похідна була рівна їй самій, помноженій на $(-k/m)$.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Для багатоатомних молекул цей вираз стає більш складним, так як в кожне коливання зазвичай залучається багато атомів, а тим самим і багато силових сталей.

Друга складність виникає (навіть у випадку двоатомних молекул) через те, що молекулярні коливання в дійсності не є «гармонічними».

Якщо ангармонічність мала, то зміщення може бути представлене як

$$x = A_1 \cos(2\pi ft + b_1) + A_2 \cos(2\pi 2ft + b_2) + \dots$$

Коливальна енергія квантована. В квантовій механіці енергія гармонічного осцилятора виражається як

$$E_{\text{кол.}} = \left(\nu + \frac{1}{2} \right) h\nu.$$

Ангармонічність проявляється в наступному:

1) у «порушенні» правила відбору, так що можуть здійснюватися переходи з $\Delta\nu = +2, +3, \dots$ (їх називають обертонами);

2) у зміні відстані між рівнями (зазвичай вони розміщуються щільніше один до одного по мірі збільшення ν).

Хоча в реальній молекулі міститься як механічна, так і електрична ангармонічність, тільки остання обумовлює появу обертонів. Заселеність різних коливальних рівнів молекулами визначається розподілом Больцмана.

Кожне з $3N-6$ коливань багатоатомної молекули називають нормальним (в тому сенсі, що воно не залежить від інших коливань). форма нормального коливання двоатомної молекули зрозуміла, але для багатоатомних молекул це зробити набагато складніше, оскільки потребується сумісно розв'язати $3N-6$ і більше рівнянь, які включають маси і силові сталі. Крім того, зазвичай силових сталей більше, ніж частот. Тим не менше, використовуючи додаткову інформацію, таку, як властивості симетрії молекули, силові сталі, перенесені зі схожих молекул, частоти коливання ізотопозаміщених молекул, а також вводячи деякі спрощуючі припущення, можна намагатися розв'язати цю задачу. В теорії коливань багатоатомних молекул прийнято розрізняти два основних типи задач:

1) розрахунок частот і форм нормальних коливань за заданими параметрами молекули (ця задача називається прямою коливальною задачею і розв'язується однозначно);

2) визначення силових сталей за експериментально знайденими частотами коливань (ця задача називається оберненою коливальною задачею і єдиного розв'язку в загальному випадку не має).

Використання комп'ютерів в значній мірі пришвидшує такі розрахунки, і в результаті цього на сьогодні можна проводити розрахунки нормальних коливань для досить складних молекул.

Важливо відмітити, що симетрія коливань визначає їх активність в інфрачервоних спектрах та спектрах комбінаційного розсіювання. З використанням методів теорії груп були складені таблиці, які дозволяють передбачити число і активність нормальних коливань для кожного типу симетрії.

Одним з таких методів, що використовується в комп'ютеризованих розрахунках є метод Хартрі-Фока, який дозволяє звести багатоелектронну задачу до рівняння руху одного електрона у полі ядер та деякому ефективному полі, що створюється іншими електронами. Цей метод був застосований при розрахунках коливних спектрів програмою Gaussian 98 (рис. 3).

Завдяки досконалості сучасних алгоритмів та доступності високопродуктивної комп'ютерної техніки такі розрахунки можуть виконуватись досить оперативно, що дозволяє використовувати їх в процесі вивчення фізики твердого тіла та у віртуальних лабораторних роботах для студентів фізико-математичних факультетів.

Список використаних джерел:

1. Тонка структура екситонних станів, поляритонні ефекти та екситон-фононна взаємодія в β -ZnP₂ / Горбань І.С., Білий М.М., Борбат В.О., Губанов В.О., Дмитрук І.М., Янчук З.З. // Доповіді АН УРСР. Сер. А: фіз.-мат. і техн. науки. – К., 1988. – №4. – С. 45-49.

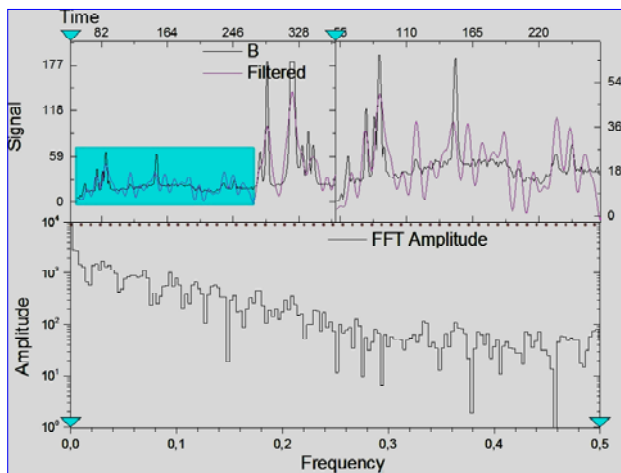


Рис. 3. Кореляція розрахованого та записаного спектрів

- Свободные экситоны в кристаллах ZnP_2 черной модификации / Певцов А.Б., Пермогоров С.А., Селькин А.В., Сырбу Н.Н., Уманец А.Г. // ФТП. – К., 1982. – Т.16. – №8. – С. 1399-1405.
- Оптические спектры монокристаллов ZnP_2 , полученных из расплавов и газовой фазы / Соболев В.В., Козлов А.И., Маркус М.М. и др. // УФЖ. – К., 1985. – Т.30. – №1. – С. 36-40.
- Линейчатые спектры поглощения кристаллов ZnP_2 / Горбань И.С., Луговский В.В., Тычина И.И., Федотовский А.В. // Письма в ЖЭТФ. – К., 1973. – Т.17. – С. 193-195.
- Schrey H. Experimental evidence for the existence of biexcitons in zinc oxide / Schrey H., Klingshirh C. // Solid State Commun. – 1978. – Vol.28. – №1. – P. 9-10.
- Gubanov V.O. First-order Raman Scattering and structure of phonon zone in β - ZnP_2 crystal / V.O. Gubanov, R.A. Poveda //

УДК 373

Л. І. Пташнік, М. М. Предиткевич

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
e-mail: k_o_l_y_a7@mail.ru

ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОФІЛЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Стаття присвячена фаховій підготовці майбутніх вчителів трудового навчання в процесі технічного моделювання засобами проектно-технологічної діяльності. На основі теоретичного і дослідно-експериментального вивчення проблеми розроблено зміст та методику проектно-технологічної діяльності майбутнього вчителя трудового навчання на заняттях з технічного моделювання. Проаналізовані і систематизовані поняття «проект», «навчальний проект», «метод проектів», «проектна діяльність», «технічна творчість», «технічне моделювання». У дослідженні визначено критерії та показники, що дозволяють діагностувати рівень готовності студентів до означеної діяльності.

У статті на основі системного підходу обґрунтовано модель процесу підготовки майбутніх учителів трудового навчання до організації проектно-технологічної діяльності школярів. Виконане дослідження спрямоване на формування когнітивного, операційно-діяльнісного, потребнісно-мотиваційного компонентів готовності майбутніх фахівців. Визначені основні організаційно-педагогічні умови підготовки студентів до організації проектно-технологічної діяльності з учнями.

Ключові слова: проект, проектно-технологічна діяльність, технічна творчість, організаційно-педагогічні умови, технічна модель, технічне моделювання.

Вимоги, які висуває науково-технічний прогрес до розвитку сучасного виробництва полягають у забезпеченні його кваліфікованими кадрами, які були б мобільними, знаними, ініціативними, творчими. Державна національна програма «Освіта» (Україна XXI століття) ставить основним стратегічним завданням розвиток людини, тобто її інтелектуальний і культурний потенціал як найвищу цінність нації. Національна доктрина розвитку освіти спрямована на створення умов для розвитку особистості й творчої самореалізації кожного громадянина України.

В умовах входження України до європейського освітнього простору, глобалізації всіх суспільних процесів зростає роль особистості в розвитку суспільства і планети загалом. В суспільстві виникає потреба у фахівцях, які б володіли творчими здібностями, були б ініціативними, технічно грамотними, тощо. Важлива роль у вирішенні цих проблем належить організації навчання і виховання в школі. Разом з тим практика свідчить, що вчитель не завжди використовує

Physical problems in material science of semiconductors. Chernivtsi, 7th-11th of September, 1999. – P. 35-36.

Р. А. Поведа

Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка

ПРИМЕНЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО СПОСОБОВ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СПЕКТРОВ

В работе экспериментальные результаты измерений спектров сопоставлены с синтетическими спектрами комбинационного рассеяния света в кристаллах β - ZnP_2 . Спектр в области сильного поглощения дополнен рассчитанным с помощью современного программного обеспечения. Высокочастотная участок спектра в кристаллах β - ZnP_2 обусловлена колебаниями участков спиралей из атомов Р-структурных элементов решетки β - ZnP_2 , что за колебательными свойствами очень похожи бесконечным спиралям из атомов Р в кристаллах α - ZnP_2 .

Ключевые слова: комбинационное рассеяние света, несводимые представления, компьютерное моделирование.

Р. А. Poveda

Kamenetz-Podolsk Ivan Ohienko National University

APPLICATION OF EMPIRIC AND SYNTHETIC METHODS OF RESEARCHES OF MOLECULAR SPECTRUMS

In this paper experimental measurement results correlated spectra with synthetic spectra of Raman scattering in crystals β - ZnP_2 . Bake in strong absorption complemented calculated using modern software. The high spectral crystals β - ZnP_2 caused by vibrations of atoms areas spirals P-structural elements of the lattice β - ZnP_2 , for the vibration properties that are very similar endless spiral of P atoms in crystals α - ZnP_2 .

Key words: Raman light irreducible representation, computer modelling.

Отримано: 3.11.2014

можливості навчальних занять для технічної творчості, розвитку індивідуальності учнів, їх самостійності, ініціативи. Шкільний предмет «Трудове навчання» є однією із складових галузі «Технологія», що входить до навчального плану загальноосвітніх навчальних закладів.

Для успішної реалізації програм з трудового навчання вчитель, відповідно, повинен мати високий рівень спеціальної фахової та методичної підготовки, постійно удосконалювати свою майстерність, бути творчою особистістю. Удосконалення підготовки вчителя розглядається сьогодні як невід'ємна складова системи освіти загалом. На жаль, у підготовці вчителів трудового навчання є ще багато незрозумітих питань, а в розробках її теоретичних основ є ще чимало невирішених проблем, зокрема, вихованню та розвитку творчої особистості в процесі проектно-технологічної діяльності відводиться замало уваги.

Питання добору та змісту проектних завдань, а також методики виконання творчих проектів стали об'єктом ви-