

**MONOGRAFIA
AUTORILOR ION GERU
ȘI DIETER SUTTER
PUBLICATĂ DE CĂTRE
EDITURA SPRINGER**

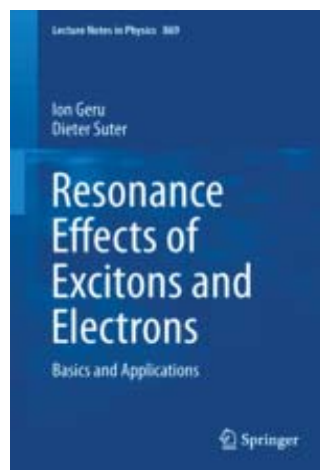
Dr. hab., prof.univ. Igor BELOUSOV

În luna iunie a anului curent la Editura Springer a văzut lumina tiparului monografia *Resonance Effects of Excitons and Electrons. Basics and Applications*, semnată de m. cor., prof. univ. Ion Geru de la Institutul de Chimie al AȘM și profesorul Dieter Suter de la Universitatea Tehnică din Dortmund, Germania. Monografia este dedicată savantului E.K. Zavoisky, care a descoperit în 1944 fenomenul de **rezonanță electronică paramagnetică**, în ajunul împlinirii a 70 ani de la această descoperire. „Reprezintă prima carte despre efectele netradiționale de rezonanță a excitonilor în semiconductori” (www.springer.com).

Prefața (foreword) cărții este scrisă de Profesorul Emerit Richard R. Ernst de la Institutul Elvețian Federal de Tehnologii (Laboratorul de chimie fizică) din Zürich, laureat al Premiului Nobel pentru contribuțiile sale la dezvoltarea metodologiei rezonanței magnetice nucleare (RMN) de rezoluție înaltă. Acest fapt din start sesizează cititorul că este vorba despre o lucrare serioasă cu rezultate științifice originale, ceea ce se adevărește în realitate.

Monografia conține șapte capitole (1-7), în care se soluționează și se analizează unele probleme ce țin de fenomenele de rezonanță din fizica stării condensate cu includerea unei părți din informație în 8 anexe (A-H) și două capitole (8, 9) care se referă la informatica cuantică și computere cuantice.

După cum menționează și autorii, în această carte sunt prezentate diferite tipuri de rezonanță în sisteme de excitoni Wannier-Mott, biexcitoni și centri paramagnetici de electroni localizați în solide, cum ar fi rezonanța paramagnetică și paraelectrică a excitonilor, rezonanța acustică în cazul tranzițiilor intra- și interseriale ale excitonilor, rezonanța dublă gol-nucleară în biexcitoni localizați, rezonanța dublă electron-nucleară magneto-acustică în centri paramagnetici de electroni localizați ș.a. Au fost determinate criteriile de generare de către excitoni a fotonilor coerenți (în domeniul spectral infraroșu îndepărtat și al microundelor), fononilor coerenți și a magnonilor coerenți. În monografie sunt studiate interacțiunile excitonilor și biexcitonilor cu centri paramagnetici și spinii nucle-



Ion Geru, Dieter Suter. *Resonance Effects of Excitons and Electrons. Basics and Applications*, Editura Springer, 2013, 283 p.

elor atomice, precum și interacțiunea indirectă dintre centri paramagnetici prin intermediul excitonilor. S-au studiat, de asemenea, spectrele de cvasi-energie ale sistemului format din excitoni și fononii unde hipersonore monocromatice de intensitate înaltă, precum și ale sistemului format de centri paramagnetici sau nuclee atomice cu spin arbitrar diferit de zero și fotonii unde electromagnetice monocromatice (în domeniul radio- și microundelor) de intensitate înaltă. S-a demonstrat că interacțiunea dintre centri paramagnetici și excitoni cauzează micșorarea (contractarea) timpului de relaxare spin-rețea a centrilor paramagnetici, datorită cuplajului Coulombian electron-gol în excitoni, în comparație cu cazul interacțiunii dintre centri paramagnetici și electroni liberi.

Un rol deosebit aparține descrierii în capitolul 6 a fenomenelor magneto-optice gigantice în semiconductorii semimagnetici: efectul Faraday gigantic, dicroismul magnetic circular gigantic, despicări gigantice ale liniilor în spectrul de reflecție a luminii în cristale cu excitoni și impurități magnetice cu concentrații înalte în câmp magnetic. Aceste efecte se datorează despicărilor gigantice de spin a nivelelor energetice ale excitonilor în stare fundamentală (cu luare în considerație a degenerării după spin a benzilor de conducție și de valență). În semiconductorii semimagnetici despicările gigantice de spin pot depăși energia de legătură a excitonilor fără a avea loc anihilarea lor cu formarea electronilor în banda de conducție și a golurilor în banda de valență. Asemenea fenomene neobișnuite au fost observate pentru prima dată de către echipa profesorului S.M. Ryabchenko de la Institutul de Fizică al Academiei Naționale de Științe a Ucrainei din Kiev în 1977 și tot atunci interpretate teoretic de către unul dintre autorii monografiei (I.G.) [A.V. Komarov, S.M. Rya-

bchenko, O.V. Terletsky, I.I. Zheru, I.D. Ivanchuk, *Sov. Phys. JETP* 46, 318 - 323 (1977), 1978 American Institute of Physics]. Despicarea gigantică de spin se datorează interacțiunii de schimb dintre electronii și golurile semiconductorului semimagnetice cu sistemul de impurități magnetice în câmp magnetic. În acest caz asupra spinului electronului și momentului unghiular al golului acționează un câmp magnetic efectiv, cauzat de interacțiunea de schimb, valoarea căruia depășește cu mult intensitățile câmpului magnetic exterior utilizat de obicei în experiențele magneto-optice. Astfel se obține o asemenea situație, când despicarea liniei spectrului dicroismului magnetic circular de reflecție în componentele circular polarizate σ^+ și σ^- în funcție de câmpul magnetic exterior întocmai corespunde dependenței de câmpul magnetic al funcției Brillouin $B_s(x)$, ce caracterizează magnetizarea sistemului de impurități magnetice cu spinul S , unde x este raportul dintre energia Zeeman și energia termică.

Monografia conține și multe alte rezultate științifice deosebite privind efectele de rezonanță din fizica stării condensate, printre care: pragul jos de excitație a generatoarelor de hiper- și terasunet bazate pe interacțiunea exciton-fononică în semiconductori piezoelectrice; deplasarea izotopică gigantică a liniilor de rezonanță excitonică paraelectrică (în câmp electric cristalin) în domeniul microundelor, cauzată de interacțiunea exciton-fonon în cazul tranzițiilor cuantice între nivelele energetice ce aparțin diferitelor serii excitonice; dependența nemonotonă de temperatură a ratei de relaxare nucleară spin-rețea cu maximum în domeniul temperaturilor joase în cazul interacțiunii hiperfine a excitonilor și biexcitonilor cu spinii nucleelor atomice; creșterea bruscă a deplasării Knight a liniilor de rezonanță magnetică nucleară, datorită interacțiunii hiperfine de tip Fermi dintre spinii nucleari și excitoni în vecinătatea temperaturii critice de tranziție a excitonilor în stare de condensat Bose-Einstein, drept criteriu suplimentar de confirmare a realizării acestei tranziții de fază de ordinul doi; evidențierea inechivalenței acustice „ascunse” a nucleelor atomice cu spin, care trec unul în poziția altuia sub acțiunea operatorului inversiei spațiale, în spectrele de rezonanță dublă electron-nucleară magneto-acustică în cristale cu centru de simetrie; separarea în spectrul de rezonanță dublă electron-nucleară magneto-acustică a contribuțiilor cauzate de deplasările nucleelor atomice, care se transformă conform reprezentărilor ireductibile pare și, respectiv, impare ale grupului de simetrie a centrului electronic paramagnetic; evidențierea contribuției în procesele unifonice de relaxare nucleară

spin-rețea a deplasărilor nucleelor, care se transformă după reprezentări ireductibile impare și cauzează dependența anomală a timpului de relaxare de viteza hipersunetului și de câmpul magnetic; demonstrarea existenței porțiunilor interzise în ramurile de jos ale spectrului de cvasi-energie a sistemului format din excitoni în două benzi energetice și o undă acustică monocromatică cu intensitate înaltă în condiții de rezonanță în cazul, când distanța dintre benzile excitonice este mai mare decât energia cinetică a excitonului ce se mișcă cu viteza hipersunetului; elaborarea metodei de diagonalizare a operatorului cvasi-energiei în cazul sistemului cu număr arbitrar de nivele energetice echidistante ce interacționează cu o undă electromagnetică monocromatică cu amplitudine înaltă în condiții de rezonanță; reducerea parțială a interacțiunii exciton-exciton și îngustarea ca urmare a acestui efect a liniilor excitonice de absorbție (emitere) a luminii sub acțiunea unei consecutivități din patru impulsuri de terasunet cu anumite tipuri de polarizare și cu separarea a două tipuri de rezervoare termodinamice independente; interpretarea geometrică a transformării de reversare a timpului și a teoremei Krammers; demonstrarea faptului că 58 grupuri de simetrie magnetică în două culori tradițional utilizate se referă, strict vorbind, numai la sistemele cu spin total întreg și determinarea grupurilor de simetrie magnetică în patru culori, care se referă la sistemele cu spin total semiîntreg.

Acestea și alte particularități ale interacțiunii sistemelor de spini cu perturbațiile externe prezintă o gamă largă de posibilități pentru utilizarea lor cu scopul de păstrare și procesare a informației. Ca obiecte ale mecanicii cuantice, spinii se pot afla în stări de superpoziție și evoluția lor temporală este dirijată de ecuația Schrödinger. Sistemele de spini cuplați pot forma elemente de bază ale computerilor cuantice. Se descriu etapele principale pentru procesarea informației cuantice (capitolul 8), precum și se testează unele sisteme de spini pentru procesarea informației cuantice (capitolul 9): puncte (doturi) cuantice semiconductoare, centrul NV (nitrogen – vacancy) în diamant, ^{31}P în siliciu, fullerene endohedrale, ionii pământurilor rare, magneți moleculari. Este propusă o metodă alternativă (secția 8.11) de efectuare a calculului cu computere cuantice, bazată pe reprezentarea bibozonică a momentului unghiular, valabilă pentru orice număr N de qubiți (de exemplu, dacă $N = 77$, atunci numărul stărilor spinului efectiv corespunzător este de ordinea numărului lui Avogadro).

Astfel, editarea acestei monografii de către Springer constituie un eveniment semnificativ pentru comunitatea științifică din Republica Moldova.