

Nonlinear processes induced by lasers at metal surfaces and in low-dimensional semiconductor nanostructures

Conf. univ. dr. Bejan Doinița

Rezumat

Această teză de abilitare cuprinde o sinteză a principalelor rezultate ale cercetării efectuate în perioada 1998-2019 după obținerea titlului de Docteur en Sciences la Université de Paris XI în 1998. Teza este organizată în patru capitole.

Cercetarea orientată pe investigarea fenomenelor neliniare la suprafețele metalice induse de laseri ultra-rapizi, care constituie subiectul Capitolului 1 al tezei, s-a realizat în colaborare cu conducătorul meu de doctorat, Directeur de recherche Georges Raseev pe perioada studiilor postdoctorale 2001-2002 la CNRS-ISMO (Institut de Sciences Moléculaire d'Orsay) și a programului Brâncuși 2005-2006 dar și la Facultatea de fizică a Universității din București.

Investigarea proprietăților optice neliniare ale nano-structurilor semiconductoare, care constituie subiectul Capitolului 2 și a transparenței induse electromagnetic în aceste structuri, Capitolul 3 al tezei, le-am realizat în colaborare cu Dna. Profesor E. C. Niculescu și Dna. Profesor C. Stan de la Departamentul de Fizică al Universității Politehnice din București.

Primul capitol prezintă modele teoretice originale de desorbție dezvoltate după terminarea tezei de doctorat și care au fost publicate atât în reviste internaționale de fizică precum Surface Science, Physica B cât și în reviste românești precum Journal of Optoelectronics and Advanced Materials și Romanian Reports in Physics. Modelele de desorbție sunt aplicate la desorbția monoxidului de carbon de pe suprafața de cupru și reușesc să simuleze dependența neliniară a probabilității de desorbție cu fluența laserului care a fost observată experimental.

Am demonstrat că modelele care descriu interacțiunea laserilor cu suprafețele metalice trebuie să ia în considerație variația continuă a potențialului vector la interfața vid (aer)-metal precum și stările de suprafață ale electronilor. Din acest motiv am construit un model pentru tensorul non-local al susceptibilității electronilor la interfața vid-metal împreună cu un program de calcul care permite calculul potențialului vector, precum și un

potențial care permite calculul adecvat al stărilor de suprafață ale electronilor la interfața metal-metal. Aceste cercetări au fost de asemenea incluse în Capitolul 1.

Capitolul 2 prezintă rezultate teoretice originale legate de proprietățile electronice și optice ale nano-structurilor semiconductoare sub influența unor factor perturbativi externi - laseri non-rezonanți de mare intensitate, câmpuri electrice și magnetice statice externe - dar și interni ca de exemplu impurități, deformări geometrice, interacțiunea spin-orbită. Am studiat gropi cuantice de diverse forme, puncte cuantice duble și inele cuantice circulare sau pseudo-eliptice (o geometrie originală propusă de mine care a fost inspirată de studiile de microscopie cu forță atomică) și care prezintă proprietăți optice și electronice speciale. Toate aceste studii sunt interesante din punctul de vedere al fizicii fundamentale dar pot fi și utilizate în construcția unor dispozitive opto-electronice bazate pe nano-structurile studiate.

Capitolul 3 prezintă studii legate de posibilitatea de a induce transparența în nano-structuri semiconductoare în prezența unui laser de control și a unuia de probă. Cele două lasere determină în anumite condiții o interferență distructivă care permite apariția unei ferestre de transparență. Am studiat posibilitatea apariției acestui fenomen în groapa cuantică semi-parabolică, în puncte cuantice duble și în inele cuantice. Am arătat că polarizarea laserilor aplicați precum și câmpurile externe și impuritățile joacă un rol crucial în obținerea unei bune transparențe.

Rezultatele acestor studii, a căror sinteză a fost prezentată în Capitolele 2 și 3, au fost publicate în reviste prestigioase internaționale precum *Philosophical Magazine*, *Optical Materials*, *European Physical Journal B*, *European Physical Journal Plus*, *Physics Letters A*, *Journal of Applied Physics* dar și în *Romanian Reports in Physics*.

Capitolul 4 încheie această teză prezentând câteva direcții de cercetare care vor fi realizate în viitor, una dintre ele fiind studiul stărilor de suprafață ale pozitronilor în metale și a probabilității de anihilare a pozitronilor de către electroni, direcție de cercetare inspirată de construirea în viitor la ELI-NP a unui cluster de studiu al suprafețelor și interfețelor bazat pe tehnici de anihilare a pozitronilor.