

### Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2024

Sunt propuse două tipuri de efecte de cooperare între fotonii convertiți în etapele multiple ale laserului de tip Raman. Primul tip implică procesul de cooperare între fotonii uneia dintre etapele de conversie Raman. Al doilea efect de cooperare are loc între fotonii care aparțin diferitelor etape de conversie multiple. Acest nou tip de stare coerentă generată este propus de noi surse bi-modale amestecate, care iau în considerare atât coerența, cât și fenomenele colective dintre fotonii aparținând sistemului de câmp bimodal obținute în emisii Raman multiple. Pentru aceasta, operatorii de creare și anihilare ai noului instrument rezonator cu cvasiparticule au fost introduși prin luarea în considerare a spațiului Hilbert al vectorilor de câmp la diferențe de frecvență,  $\omega_{p+1} - \omega_p$  dintre componentele anti-Stokes și Stokes ale laserului Raman multiplu. Aplicarea informațiilor cuantice a câmpului coerent bimodal Raman multiplu de ordin superior este descrisă conform definiției amplitudinii cuantice și fazei unor astfel de stări de lumină încurcate. Sunt propuse proprietățile de cooperare ale câmpului bimodal în procesele multiple de împrăștiere ale laserului Raman cavitare/fibră și interacțiunea acestuia cu un ansamblu de atomi pregătiți în stare coerentă. Caracteristici noi ale câmpului bimodal au fost introduse, în care acestea iau în considerare interacțiunea multiplă de împrăștiere Raman cu excitația coerentă și fluctuațiile cuantice netaționare ale ratei de generare a cvasiparticulelor introduse. Aici, reprezentăm momentele de viteză prin operatorii de generare și anihilare a cvasiparticulelor cavității.

Este propus un model semi-clasic (clasic prin câmpul laser aplicat și cuantic prin descrierea biomoleculelor), care stabilește dependența ratei de dimerizare ADN/ARN de intensitatea radiației ultraviolete C (UVC). În special, este dezvoltat un model neliniar bazat pe procese de cooperare similare cu cea Raman din optica cuantică. Principalul rezultat al teoriei demonstrează că procesul de dimerizare în ADN/ARN depinde puternic de intensitatea luminii UVC, dovedind astfel un posibil mecanism microscopic cuantic al interacțiunilor luminii UVC cu ADN-ul. Este dată o noțiune de moleculă fonică fiind formată din superpoziția a două stări, normală și dimer stimulată de procesul multiplu Raman indus. Acest tip de moleculă există doar în prezența câmpului excitat, iar după ce este oprit, biomolecula rămâne o parte din timp în starea încurcată după care se stabilește probabil dimerizarea ADN-ului. S-a stabilit o dependență neliniară de intensitatea radiației aplicate, ceea ce a fost confirmat într-o serie de experimente privind inactivarea reproducerii agenților patogeni (sau coloniilor de drojdie) sub acțiunea radiațiilor ultraviolete.

Obiectivul principal al acestui studiu a fost stabilirea unei legături între intensitatea radiațiilor

UV-C și eficiența decontaminării folosind metamateriale cu o suprafață de contact crescută cu fluidul contaminat de agenți patogeni, care provoacă infecții de tip *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* și *Candida*. Aceste microorganisme au fost supuse diferitelor forme de ambalare, atât fibre groase reambalate cu fibre subțiri, cât și bile milimetrice reambalate cu bile de cuarț submilimetrice. Rezultatele demonstrează că agenții patogeni bacterieni răspund diferit la expunerea la radiația UV-C, în funcție de suprafața de contact creată între elementele metamaterialelor cvasi-periodice.

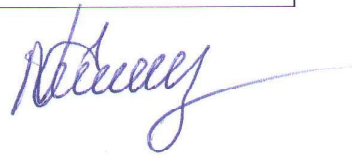
Two types of cooperative effects between the converted photons in the multiple steps of Raman lasing are proposed. The first type involves the cooperative process between the photons of one of the steps of Raman conversion. The second cooperative effect appears between the photons belonging to different steps of multiple conversions. This new type of generated coherent state is proposed by novel bimodal entangled sources, which take into consideration both the coherence and collective phenomena between the photons belonging to the system of the bimodal field obtained in multiple Raman emissions. For this, the creation and annihilation operators of the new resonator quasi-particle were introduced taking into consideration the Hilbert space of field vectors at frequency differences,  $\omega_{p+1} - \omega_p$  between the anti-Stokes components of multiple Raman lasing. The application of higher-order multiple Raman bimodal coherent field quantum information is described according to the definition of quantum amplitude and phase of such entangled states of light. The cooperative properties of the bimodal field in the multiple scattering processes of Raman lasing in the cavity/fiber and its interaction with ensemble of atoms prepared in coherent state are proposed. We introduced the new characteristics of bimodes field in which the multiple Raman scattering takes into consideration the interaction with coherent excitation and non-stationary quantum fluctuations of the generation rate of the introduced quasi particles. Here, we represent the rate moments through the annihilation and generation operators of the cavity quasi-parties.

A semi-classical model (classical by the applied laser field and quantum by describing biomolecules) is proposed, which establishes the dependence of the DNA/RNA dimerization rate on ultraviolet C (UVC) radiation intensity. In particular, a nonlinear model based on cooperative processes similar to the Raman-like in quantum optics is developed. The main result of the theory demonstrates that the dimerization process in DNA/RNA strongly depends on the UVC light intensity, thus proving a possible quantum microscopic mechanism of UVC light interactions with DNA. A notion of a photonic molecule is given according to the superposition of two states, normal and dimer created by multiple Raman scattering. This type of molecule exists only in the presence of the excited field, and after it is turned off, the biomolecule remains part of the time in the entangled state after which DNA dimerization is probabilistically established. A nonlinear dependence on the intensity of the applied radiation was established, which was confirmed in a series of experiments on the inactivation of pathogens (or yeast colonies) reproduction under the action of ultraviolet radiation.

The main objective of this study was to establish a link between the intensity of UV-C radiation and the efficiency of decontamination using metamaterials with an increased contact surface with contaminated fluid by pathogens, like *Escherichia coli* (*E.Coli*), *Pseudomonas aeruginosa*,

Candida albicans, and Candida glabrata. These microorganisms were put through different forms of packing, both thick fibers repacked with thin fibers and millimeter balls repacked with sub-millimeter quartz balls. The results demonstrate that bacterial pathogens respond differently to exposure to UV-C radiation, depending on the contact surface created between the elements of the quasi-periodic metamaterials.

Conducătorul de proiect N. Enache (numele, prenumele, semnătura)



Data: 09.12.2024

LȘ

Confirmați  
2024

