



2-3 Şubat 2017



Kuantum
 $\frac{1}{2}(|\text{Optiği}\rangle + |\text{Bilşim}\rangle)$
Toplantısı

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Bilimsel Yürütme Kurulu

Serkan Ateş (İYTE)
Alpan Bek (ODTÜ)
Ceyhun Bulutay (Bilkent Ü.)
M. Ali Can (TÜBİTAK BİLGE)
Hümeyra Çağlayan (Bilkent Ü.)
Özgür Çakır (İYTE)
M. Zafer Gedik (Sabancı Ü.)
Aziz Kolkıran (İzmir Katip Çelebi Ü.)
Özgür E. Müstecaplıoğlu (Koç Ü.)
M. Özgür Oktel (Bilkent Ü.)
Sevilay Sevinçli (İYTE)
A. Levent Subaşı (İTÜ)
M. Emre Taşgin (Hacettepe Ü.)
Sadi Turgut (ODTÜ)

Organizasyon Ekibi

Mustafa Kahraman (Bilkent Ü.)
Hazan Özkan (İYTE)
Sevil Altuğ (İYTE)
Utku Canbolat (İYTE)
Elif Özçeri (İYTE)
Yağız Oyun (İYTE)
Mehmet Özcan (İYTE)
Nahit Polat (İYTE)

Önsöz

Ülkemizde kuantum optiği ve bilişim alanında halihazırda çalışmakta olan veya çalışmayı hedefleyen araştırmacıları bir araya getirmek amacıyla 17-18 Mart 2016 tarihlerinde Hacettepe Üniversitesi’nde hazırlık amaçlı “Kuantum Optiği ve Bilişimi Toplantısı” düzenlenmiştir.

KOBİT-1 2-3 Şubat 2017 tarihlerinde İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü ev sahipliğinde İzmir'de düzenlenmektedir. Ana konuşmacı olarak Aarhus Üniversitesi’nden Klaus Mølmer'in iki konuşma vereceği toplantımda 12 davetli, 6 sözlü sunum yapılacaktır. Kuantum dolanıklık, fotonik sistemlerde çok parçacıklı fizik, melez kuantum sistemler, kuantum algoritmalar ve ilgili alanlarda birçok güncel problemin tartışılacığı toplantıya genç araştırmacılar da poster sunumlarıyla katkıda bulunacaktır.

Desteklerinden dolayı İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü ve sponsorlarımız Carl Zeiss Teknoloji Çözümleri ve Eduline Bilişim'e teşekkür ederiz.

Bütün katılımcılara katkıları için teşekkür eder, iyi bir toplantı geçirmenizi dileriz.

Düzenleme Kurulu

Serkan Ateş

Özgür Çakır

Sevilay Sevinçli

Program

2 Şubat 2017 Perşembe	
09:00	Açılış
09:15	The Ichtyosaur in the Laboratory Klaus Mølmer , Aarhus Üniversitesi
10:15	<i>Tailoring Spontaneous Emission</i> Emre Yüce , ODTÜ
10:45	Kahve
11:15	Fractional quantum Hall physics with polaritons R. Onur Umucaklılar , Koç Üniversitesi
11:45	Nonequilibrium fractional Hall response after a topological quench M. Özgür Oktel , Bilkent Üniversitesi
12:15	Quantumness of the hydrogen bonding and its possible usage as a resource in biological catalysis Onur Pusuluk , İTÜ
12:30	Öğle Yemeği
14:30	Classical Method of Images and Entangled Quantum Spin Coherent States Oktay Pashaev , İYTE
15:00	<i>On Quantum Entanglement and Quantum Fisher Information</i> Azmi Ali Altuntaş , Okan Üniversitesi
15:30	<i>Time-invariant entanglement and sudden death of non-locality</i> Göktuğ Karpat , UNESP - Universidade Estadual Paulista
15:45	<i>İlintili olarak büyüyen örgüde eşevreli taşınım</i> İskender Yalçınkaya , Sabancı Üniversitesi
16:00	Kahve
16:30	<i>Many-particle entanglement criterion for superradiant-like states</i> M. Emre Taşgin , Hacettepe Üniversitesi
17:00	Holonomic Quantum Computation In a Chain of Three Level Systems Nilhan Gürkan
18:00	Konferans Yemeği

3 Şubat 2017 Cuma

09:00	<i>Quantum Hybri(d)s</i> Klaus Mølmer , Aarhus Üniversitesi
10:00	<i>Integrated Superconducting Nanowire Single Photon Detectors</i> Döndü Şahin , Bristol Üniversitesi
10:30	Kahve
11:00	<i>Çekirdek spinlerinde sıkıştırılmış ve Schrödinger kedisi durumları</i> Ceyhun Bulutay , Bilkent Üniversitesi
11:30	<i>Optomekanik Sistemlerde Kuantum Optik Uygulamaları</i> Devrim Tarhan
12:00	Bilim Kurulu Toplantısı
12:30	Ögle Yemeği
14:00	<i>Yarıkescin programlama ile kuantum soru karmaşıklığı hesabı</i> Kivanç Uyanık , İYTE
14:30	<i>Non-Markovianity, coherence and system-environment correlations in a long-range collision model</i> Barış Çakmak , Koç Üniversitesi
14:45	<i>İndirgenmiş Dinamiğin Tamamen Pozitifliği ve Saf Markov Durumları</i> Adem Türkmen , Ankara Üniversitesi
15:00	<i>Family of Entanglement Measurements in Ionic-Phononic Quantum System: Concurrence, Negativity and Entropy</i> Rasim Dermez , Afyon Kocatepe Üniversitesi
15:15	Kahve
15:30	<i>Quantum technology initiatives & research activities at Mesoscopic Systems Laboratory</i> Şeref Kalem , TÜBİTAK BİLGE
16:00	<i>COST & QUANTERA Bilgilendirme / Tartışma</i> Hümeyra Çağlayan , Bilkent Üniversitesi
16:30	Kapanış

Konuşmalar

The Ichtyosaur in the Laboratory

Klaus Moelmer

*Department of Physics and Astronomy, Aarhus University,
DK-8000 Aarhus C, Denmark*

Erwin Schrödinger was always frustrated by the apparent quantum jumps and collapses in quantum systems subject to measurement, and as late as in 1952, he declared the mere idea of doing experiments with single quantum particles "as absurd as the one of raising Ichtyosuria in the Zoo". On this subject Schrödinger was too pessimistic, and a variety of single quantum systems have now become available for experimental investigation. Schrödinger may have been terrified to know that these systems are now candidates for applications in crucial technologies such as quantum information and quantum metrology. In this talk, I shall review theoretical methods to describe, control and understand the behavior of these Ichtyosuria in the quantum laboratory and show examples of how we can even benefit from their random quantum jump behavior.

Tailoring Spontaneous Emission

Emre Yüce¹

1. Light & Matter Control Group, Department of Physics, Middle East Technical University,
06800 Ankara, Turkey

Spontaneous emission of light from quantum dots is commonly regarded as a chaotic process, over which the control is limited. In the context of cavity quantum electrodynamics (cQED), it is well known that the spontaneous emission rate of a quantum emitter can be increased using the Purcell enhancement provided by a cavity [1, 2]. Although, the cavity-quantum emitter system provides an increased rate of emission, the time at which the light is emitted remains uncontrolled.

Ultrafast control of cavities offers the means to control the emission of light from cavity-coupled quantum emitters in time [3, 4]. The control of the cavity resonance frequency at ultrafast time scales enables to control the local density of optical states, thereby the spontaneous emission of light from quantum emitters can be controlled in time domain.

Here, we present switching of spontaneous emission from InAs quantum dots that are embedded in GaAs/AlAs micropillar cavities. We manage to control the spontaneous emission of InAs quantum dots via switching the resonance frequency of micropillar cavities. We observe resonance shift of the cavities as large as 20 linewidths and demonstrate differential switching of the cavity modes in a single micropillar cavity [5]. Our results pave the way to deterministic single photon sources as well as offering opportunity to tailor the time-envelope of spontaneous emission.

- [1] E. M. Purcell, "Spontaneous emission probabilities at radio frequencies," Phys. Rev. **69**, 681 (1946).
- [2] J. Bleuse, J. Claudon, M. Creasey, N. S. Malik, J.-M. Gérard, I. Maskymov, J.-P. Hugonin, and P. Lalanne, "Inhibition, enhancement, and control of spontaneous emission in photonic nanowires," Phys. Rev. Lett. **106**, 103601 (2011).
- [3] H. Thyrstrup, A. Hartsuiker, J.-M. Gérard, and W. L. Vos, "Switching the decay rate of an emitter inside a cavity in the time domain," Opt. Expr. **21**, 23130-23144 (2013).
- [4] E. Yüce, G. Ctistis, J. Claudon, E. Dupuy, R. D. Buijs, B. de Ronde, A. P. Mosk, J.-M. Gérard, and W. L. Vos, "All-optical switching of a microcavity repeated at terahertz rates," Opt. Lett. **38**, 374-376 (2013).
- [5] H. Thyrstrup, E. Yüce, G. Ctistis, J. Claudon, W. L. Vos, and J.-M. Gérard, "Differential ultrafast all-optical switching of the resonances of a micropillar cavity," Applied Physics Letters **105**, 111115 (2014).

Fractional quantum Hall physics with polaritons

R. Onur Umucalılar

Koç University

We will make a brief overview of the quantum Hall effect and methods to induce an artificial magnetic field for photons. After a quick introduction to polaritons (quasiparticles of light-matter interaction), we will discuss the possibility of creating fractional quantum Hall states of polaritons in strongly nonlinear optical cavities in the presence of an artificial magnetic field. We will consider two driving schemes where the photon loss is compensated by either coherent or incoherent pumping.

Nonequilibrium fractional Hall response after a topological quench

M. Özgür Oktel

Bilkent University, Ankara 06800 TURKEY

We theoretically study the Hall response of a lattice system following a quench where the topology of a filled band is suddenly changed. In the limit where the physics is dominated by a single Dirac cone, we find that the change in the Hall conductivity is two-thirds of the quantum of conductivity. We explore this universal behavior in the Haldane model and discuss cold-atom experiments for its observation. Beyond the linear response, the Hall effect crosses over from fractional to integer values. We investigate finite-size effects and the role of harmonic confinement.

Quantumness of the hydrogen bonding and its possible usage as a resource in biological catalysis

Onur Pusuluk ^{a,c}, Cemsinan Deliduman ^b, Tristan Farrow ^{c,d,e},
Vlatko Vedral ^{c,d,e}

^a *Engineering Physics Department, İstanbul Technical University, İstanbul, Turkey.*

^b *Department of Physics, Mimar Sinan Fine Arts University, İstanbul, Turkey*

^c *Department of Physics, Clarendon Laboratory, University of Oxford, Oxford, UK.*

^d *Oxford Martin School, Old Indian Institute, University of Oxford, UK.*

^e *Centre for Quantum Technologies, National University of Singapore, Singapore*

Supposing that nontrivial quantum effects such as electron and hydrogen tunneling, coherent superpositions of electronic energy levels, and intra- and intermolecular entanglement can be generated during enzyme activity, we can ask how a biomolecule can use quantumness as a resource to achieve a catalytic effect.

First, we will map the proton motion in hydrogen bonded systems into a problem with pseudo-spins and develop a master equation approach for its open system dynamics. This will provide us a useful consideration of the partially covalent nature of hydrogen bonding, e.g. the amount of its quantumness can be measured by well-known measures such as concurrence, entanglement of formation, quantum discord, geometric discord, l_1 -norm of coherence, relative entropy of coherence and so on.

We will test our model by applying it on the hydrogen bonds of water ice and show that it brings a deeper understanding of the experimental findings suspecting a concerted quantum tunneling of six protons near 20 K in ice XI phase.

Then, we will discuss a putative model for molecular recognition in which two hydrogen bonds are formed between an enzyme and its substrate. According to the induced-fit model in biology, conformational changes occur in the binding site of the enzyme during molecular recognition. Although this conformational motion is classical, we will propose that it doesn't increase the quantumness of the individual intermolecular hydrogen bonds only, but it also spreads this quantumness among all of the four atoms involved in the process. We will elaborate on this model as follows: some of this quantumness in the form of four-qubit entanglement are transferred to the substrate when enzyme returns to its initial state and such an entanglement transfer is able to convert the conformation of the substrate in the presence of an environment.

Finally, we will question the relationship of this putative model with the base pairing mechanism in DNA replication.

Classical Method of Images and Entangled Quantum Spin Coherent States

O.K. Pashaev

*Department of Mathematics, Izmir Institute of Technology,
35430 Gulbahce-Urla, Izmir, Turkey*

In the present talk we discuss how classical method of images in complex plane can be used for description of quantum entangled coherent states. In quantum information theory we are dealing with a qubit as a unit of quantum information. In the coherent state representation the qubit is characterized by a point in extended complex plain. By the reflection in lines and inversion in circle we introduce related qubit states as the image states and corresponding them the group of automorphisms. Orthogonal states in this approach correspond to the antipodal states. The Möbius transformations in extended complex plain with fixed pair of symmetric points are acting on quantum states as the unitary quantum gates. Motivated by Möbius transformation for symmetrical points under generalized circle, the system of symmetric spin coherent states corresponding to antipodal qubit states is introduced. By these states we construct the maximally entangled orthonormal two qubit spin coherent state basis, in the limiting case reducible to the Bell basis. The average energy of XYZ model in these states, describing finite localized structure with characteristic extremum points, appears as an energy surface in maximally entangled two qubit space. Generalizations to three and higher multiple qubits are found. We show that our entangled N qubit coherent states are determined by the set of complex Fibonacci and Lucas polynomials and corresponding Binet-Fibonacci q-calculus. The kaleidoscope of coherent states and Apollonius coherent states would be discussed.

KUANTUM DOLANIKLIK VE KUANTUM FİSHER BİLGİSİ

Azmi Ali Altıntaş

Okan Üniversitesi

Kuantum dolanıklık birbirleriyle ilintili (mesela etkileşen) iki parçacığın oluşturduğu varsayımsal durum olarak ifade edilebilir. Bu durumun en bilindik örneği parçacıkların spinleridir. Eğer elimizdeki iki parçacıkta birinin spinı yukarı ve diğerinin spinı aşağı ise, herhangi birinin spinini ölçerek diğerini hakkında bilgi sahibi olabiliriz.

Kuantum bilgi ise bir kuantum durumda saklanan bilgi olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla kuantum dolanıklık ile saklanan kuantum bilgi arasında bir ilişki söz konusudur. Bu konuşmada, kuantum dolanıklık için dolanıklık ölçütlerinden bahsettikten sonra, dolanıklık ölçütü olması muhtemel yeni bir kavram olan Kuantum Fisher Bilgisinden bahsedeceğiz.

Time-invariant entanglement and sudden death of non-locality

Göktuğ Karpat

Faculdade de Ciencias, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, Brasil

We investigate both theoretically and experimentally the dynamics of entanglement and non-locality for two qubits immersed in a global pure dephasing environment. We demonstrate the existence of a class of states for which entanglement is forever frozen throughout the dynamics, even if the state of the system does evolve. At the same time non-local correlations, quantified by the violation of the Clauser-Horne-Shimony-Holt (CHSH) inequality, either undergo sudden death or are trapped during the dynamics.

[1] Bi-Heng Liu, et al., Phys. Rev. A 94, 062107 (2016).

İlintili olarak büyüyen örgüde eşevreli taşınım

İ.Yalçınkaya, Z. Gedik

Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tuzla 34956, İstanbul

Standart bağ perkolasyonu (SP) problemi, ayrık noktalardan oluşan bir ağa rastgele olarak bağların eklenmesi sonucunda oluşan bağ topaklarının yapıları ve büyümeleri ile ilgidir [1]. Bu durumda ayrık topaklar birbirinden bağımsız, rastgele büyüyeceklerdir. Öte yandan, ağıın gelişimi sırasında bir bağın eklenip eklenmeyeceği, farklı rastgele bağlar arasından yapılan bir seçim ile belirlenebilir. Bu seçim, bağ adaylarının eklenmeleri halinde meydana gelecek topakların büyülüklükleri iyi tanımlanmış bir kurala göre kıyaslanarak yapılır. Öyle seçim kuralları bulunabilir ki, belirli bir bağ yüzdesinden sonra en büyük topak aniden büyütürek ya da başka bir deyişle, Aclioptas ve arkadaşlarının da adlandırdığı üzere “patlayarak” tüm ağı sarar [2]. SP'un aksine, ağıın büyümeye süreci üzerine getirilen bu seçim kuralı, ayrık topakların birbirleriyle ilintili şekilde büyümesine neden olur. Bu çalışmamızda, topak gelişiminin yukarıda bahsettiğimiz anlamda ilintili olduğu sonlu bir kare örgü üzerinde eşevreli taşınının özelliklerini inceledik [3]. Belirli bir bağ yüzdesi için, patlayıcı perkolasyon (PP) örgülerinde taşınının SP örgütlerine göre daha verimli gerçekleştildiğini gösterdik. Bağ yüzdesine karşı verim artışının, taşınının etkin olarak başladığı nokta yakınlarında bir kuvvet fonksiyonu şeklinde olduğunu ve üstellerin ilinti miktarı ile bir süre arttığını gösterdik. Aslında söz konusu seçim kuralı nedeniyle oluşan topak yapısı çoğu durumda SP ile kıyaslandığında daha fazla yerleşmeye sebep olmakta ve eşevreli taşının için biraz daha elverişsiz kalmaktadır. Buna rağmen, PP'da en büyük topağın çok hızlı büyümesi bu etkiyi geride bırakmakta ve daha verimli bir taşına olanak tanımaktadır.

[1] N. Bastas *et al.*, Phys. A **407**, pp. 54-65 (2014).

[2] D. Aclioptas *et al.*, Science **323**, 5920, pp. 1453-1455 (2009).

[3] İ. Yalçınkaya and Z. Gedik, arXiv:1608.03936 [quant-ph] (2016).

Many-particle entanglement criterion for superradiant-like states

M. Emre Taşgın

Hacettepe Üniversitesi

Literatürde çoklu-parçacık sistemlerinin kuantum-dolaşık olup olmadığını tespit eden kriterler bulunmaktadır. Bu kriterler, ultra-hızlı yazılım ve okumada kullanılan, süperişime yapan sistemlerin dolaşıklığını çözmemektedir. Yeni çıkarttığımız kuantum dolaşıklığı kriteri bu tür sistemlerdeki kuantum dolaşıklığını tespit edebilmektedir.

Holonomic Quantum Computation In a Chain of Three Level Systems

Nilhan Gürkan

Holonomic quantum computation is the idea to use non-Abelian geometric phases to implement universal quantum gates that are robust to fluctuations in control parameters. In this talk, I will explain demonstration of non-adiabatic universal holonomic quantum computation in a linear chain of interacting three-level systems. The scheme does not require adiabatic evolution and can be implemented in arrays of atoms or ions trapped in standing wave potentials.

Quantum Hybri(d)s

Klaus Moelmer

*Department of Physics and Astronomy, Aarhus University,
DK-8000 Aarhus C, Denmark*

A range of quantum enabled technologies require physical systems that can be controlled by external interactions, that can maintain their quantum coherence for long times, that scale to potentially include many components, and that permit transfer of quantum states over intermediate or long distances.

Typically, no single quantum system meets all these requirements, and hence a concept of hybrid quantum system technologies has emerged, where different physical components that are individually optimized for the different functions share the tasks among them.

Due to their spatial, temporal and energetic properties, the interfacing of very different physical systems presents a big challenge. In this talk I shall review the key ideas behind some recent theoretical proposals and experiments which have already provided the first demonstration of hybrid quantum systems.

Integrated Superconducting Nanowire Single Photon Detectors

Döndü Şahin

Centre for Quantum Photonics, University of Bristol, Bristol BS8 1TH, UK

The monolithic integration of quantum photonic circuits requires single-photon sources, active and passive optical elements, and single-photon detectors. As integration of the detectors on the same substrate with the sources and the phase shifters is a challenge, integrated quantum photonics is still limited to passive implementations.

In this talk, after discussing the detection mechanisms of NbN nanowire detectors [1], I will present the experimental results on superconducting nanowire waveguide single-photon detectors (WSPDs) [2] and waveguide photon-number-resolving detectors [3], located on top of GaAs ridge waveguides as well as our recent study on cavity-integrated superconducting nanowire single photon detectors on silicon.

I will discuss WSPDs, polarisation-independent, waveguide Hanbury-Brown Twiss interferometers (WHBTs) [4] and integrated autocorrelators for the on-chip measurements of the second-order correlation function, $g^{(2)}(\tau)$ [5]. Both WHBT and integrated autocorrelators are based on two, electrically separated WSPDs. I will present the results on the integration of photon-number-resolving detectors (PNRDs) resolving up to four photons [3], each exploiting the same geometry of WSPDs [6-7]. The ring cavity nanowire detectors on silicon platform on the other hand are simulated and studied numerically and it shows that using as short as 1 μm detectors in a critically coupled cavity, a unity efficiency can be achieved without losing any performance parameters but gaining high yield and low dark counts [8]. We have also shown that as the detectors reflects the cavity behaviour, they can be used for designing custom spectrometers.

Owing to their compatibility with single-photon sources and waveguides, waveguide nanowire detectors pave the way for fully integrated quantum photonic circuits.

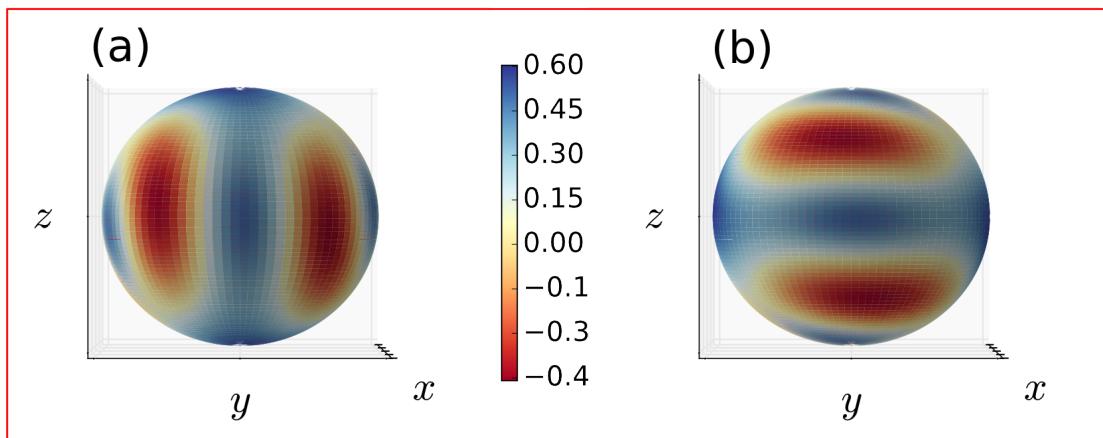
- [1] G. Golt'sman et al., APL 79, 705 (2001)
- [2] J.P. Sprengers et al., APL 99, 181110 (2011)
- [3] D. Sahin et al., APL 103, 111116 (2013) [3]
- [4] D. Sahin (2014), PhD thesis, published by Eindhoven University of Technology
- [5] D. Sahin et al., Opt. Express 21, 11162 (2013)
- [6] D. Sahin et al., JSTQE 21, 1-10 (2015)
- [7] D. Sahin et al., “*Superconducting devices in quantum optics: Superconducting single-photon detectors in quantum optics*”, book chapter, published online by Springer (2016)
- [8] N. A. Tyler et al., Opt. Express 24, 8797-8808 (2016)

Çekirdek spinlerinde sıkıştırılmış ve Schrödinger kedisi durumları

Ceyhun Bulutay

Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Grup-IV dışındaki yarıiletken malzemelerin hemen hepsi sıfırdan farklı çekirdek spinine sahiptir. Hatta, birçoğunda (örneğin Ga, As, In, Sb, vb) bu değer $1/2$ 'den büyük olduğu için dörtkutup moment içermektedir. Dolayısıyla, bu tür ortamlarda elektron spinine dayalı eşevre gerektiren işlemlerde arka plan çekirdek spinleri gürültü ve hızlı eşvresizliğe neden olmaktadır. Öte yandan, bunu yararlı kılmak ta mümkündür.



Şekil-1: Spin-5/2 Bloch küresinde (a) kutba, (b) ektavora bağlı Schrödinger kedi durumları.

Bu çalışmada, özünde elektriksel olan dörtkutup etkileşimi kullanılarak öncelikle spin sıkıştırmasının elde edilebileceği gösterilmektedir [1]. Sonrasında yine bu etkileşime ait faz uzayındaki akışların sabit noktalarından ve $\pi/2$ döndürmelerinden yararlanarak Schrödinger kedisi spin durumlarına durağan düzende erişilmektedir (Şekil 1) [2]. En son olarak, bu sonuçların deney parametreleri ve eşvresizlige olan duyarlılığı incelenmektedir.

Teşekkür: Bu araştırma TÜBİTAK 114F409 no'lu proje çerçevesinde desteklenmektedir.

[1] Y. Aksu Korkmaz, C. Bulutay, "Nuclear spin squeezing via electric quadrupole interaction," Physical Review A, vol. 93, 013812, 2016.

[2] C. Bulutay, "Steady cat-state generation for nuclear spins through electric quadrupole interaction", arXiv:1610.07046v1, 2016.

Optomekanik Sistemlerde Kuantum Optik Uygulamaları

Devrim Tarhan

İlk olarak, çift taraflı ve tek taraflı kovuk (kavite) içerisinde sürücü (güçlü) lazer varlığında opto-mekanik sistemin zayıf pomba lazere cevabını hesaplayacağız. Salınım frekansı ω_m olan yarı geçirgen nano-mekaniksel ayna, çift taraflı kovuk içerisinde tam ortaya yerleştirilmiştir. Bu sistemin Hamiltoniyeni yazılarak Heisenberg denklemi çözülerek sistemin zayıf pomba lazere olan davranışını incelenebilir[1-2]. İkinci olarak, frekansı ω_c olan zayıf pomba lazer darbesini (pulse) zamana bağlı olarak ele alındığımızda nanomekaniksel aynanın uyarılmalarını kontrol edeceğiz. Nanomekaniksel aynanın optiksel darbe tarafından periyodik titreşimler yaptığı gösterileceğiz.

Son olarak, içerisinde tam yansitan veya yarı geçirgen nano-mekaniksel ayna içeren çift taraflı kovuk veya tek taraflı kovuk sistemlerinde[2] sınır koşulları kullanarak ortamın efektif bir kırılma indisini[3] bulacağız. Buradan yola çıkarak gönderilen pulsların (optik darbelerin) grup hızları hesaplanacaktır. Grup hızlarının sürücü (coupling) lazerin gücüyle kontrol edilebileceği gösterilecektir.

- [1] **D. Tarhan**, S. Huang and O. E. Mustecaplioglu “Superluminal and ultraslow light propagation in optomechanical systems” Physical Review A **87**, 013824 (2013).
- [2] **D. Tarhan**, “Superluminal Pulse Propagation in a One-sided Nanomechanical Cavity System” Acta Physica Polonica A **124**, 46-49 (2013).
- [3] **D. Tarhan**, M. E. Tasgin “Superluminal Pulse Propagation in a One-sided Nanomechanical Cavity System”[arXiv:1502.01294v2](https://arxiv.org/abs/1502.01294v2) (2015).

Yarıkesin programlama ile kuantum sorgu karmaşıklığı hesabı

Kıvanç Uyanık

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Yarıkesin programlama (semidefinite programming), dışbükey doğrusal kıstaslara sahip bir doğrusal eniyileme probleminde vektörlerin iç çarpımına da izin verilmesiyle ortaya çıkan bir eniyileme (optimizasyon) türüdür. Bu problemler aynı zamanda bazı matrislerin yarıkesin olma koşulu kullanılarak da ifade edilebilir. Vektör uzayında çalışılması veya yarıkesin matrislerin kullanılması, kuantum mekanığı problemlerinin de bu çerçeveye içinde ifade edilip bu tip bir eniyileme yöntemi ile çözülebilmesi olasılığını akla getirir.

Barnum ve diğerleri, parçalı ya da tam tanımlı fonksiyonlar için kuantum sorgu karmaşıklığı ile yarıkesin programlama arasında birebir bir ilişki olduğunu göstermişlerdir[1]. Bu ilişki, düşük girdi bit sayısına sahip mantıksal (Boolean) fonksiyonları birbirinden ayırmaya yarayan algoritmalar üretmek için kullanılabilir. Montanaro ve diğerleri, bahsi geçen fonksiyonların sorgu karmaşıklığını, [1]’de verilen yöntemle incelemişler ve bazı simetrik fonksiyonlar için genellenebilir sonuçlar elde etmişlerdir [2].

Bu çalışmada [1]’de teorik temelleri, [2]’de açık örnekleri verilen yöntemin uygulamaları geliştirilmiş ve genişletilmiştir. Ayrıca bu yöntemin kuantum algoritmaların öncüleri sayılan Deutsch-Jozsa[3] ve Grover[4] algoritmalarının ilgilendiği problemlere uygulanabilirliği incelenmiştir.

[1] Barnum, H., Saks, M., Szegedy, M.: Quantum query complexity and semi-definite programming. In: Proceedings of 18th Annual IEEE Conference on Computational Complexity, pp. 179–193 (2003)

[2] Montanaro, R. Jozsa and G. Mitchison, On exact quantum query complexity, Algorithmica, doi:10.1007/s00453-013-9826-8 (2013). arXiv:1111.0475.

[3] Deutsch, D., Jozsa, R. (1992). Proc. Roy. Soc. London A, 439, 553-558.

[4] Grover, L. (1997). Phys. Rev. Lett., 325-328.

Non-Markovianity, coherence and system-environment correlations in a long-range collision modelB. Cakmak¹, M. Pezzutto^{2,3,4}, M. Paternostro⁴, O. E. Mustecaplioglu¹¹*Department of Physics, Koc University, Istanbul, Sariyer 34450, Turkey*²*Instituto de Telecomunicações, Physics of Information and Quantum Technologies Group, Lisbon, Portugal*³*Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal*⁴*Centre for Theoretical Atomic, Molecular and Optical Physics, School of Mathematics and Physics, Queen's University, Belfast BT7 1NN, United Kingdom*

We consider the dynamics of a collision model in which both the system and environment are constituted by spin-\$1/2\$ particles. In order to include non-Markovian features in our model we have introduced interactions between the environmental qubits and investigated the effect of different models of this interaction on the degree of non-Markovianity in the system, as quantified by the trace distance based measure. We have seen that extending the interaction between the environment qubits beyond the nearest neighbor coupling enhances the non-Markovianity in the system dynamics. A further significant increase can be observed if a collective interaction with the forthcoming environmental qubits is considered. The observed degree of non-Markovianity, however, is non-monotonic with the increasing number of qubits included in the interaction. Moreover, we have seen a connection between the degree of non-Markovianity and the number of collisions it takes for the oscillations in the coherence contained in the system to vanish. We have also investigated the behavior of system-environment correlations and present an example of their importance on a physical upper bound on the trace distance derivative.

İndirgenmiş Dinamiğin Tamamen Pozitifliği ve Saf Markov Durumları

Adem Türkmen, Abdullah Verçin, Solmaz Yılmaz

Ankara Üniversitesi

Kuantum entropiler için güçlü alt toplanabilirlik (*strong subadditivity*) bağıntısında eşitliği sağlayan üç parçalı (*tripartite*) durumlara Markov durumları denir. Açık kuantum sisteminde sistem ve çevrenin oluşturduğu iki parçalı durumun bir yardımcı referans sistemi aracılığıyla saflaştırılması sonucu elde edilen üç parçalı saf durumun Markov durumu olması için gerek ve yeter koşulun saflaştırıcı sistemle çevrenin çarpım durumunda olması olduğu gösterilecektir. Bu şekilde elde edilen üç parçalı durum bir saf Markov durumuysa, sistem-çevre durumunun her türlü bileşik üniter gelişimlerinde, sistemin indirgenmiş dinamiği (*reduced dynamics*) bir kuantum kanal (tamamen pozitif ve iz koruyan gönderim) aracılığıyla tarif edilebilir. İndirgenmiş dinamiğin tamamen pozitif olduğu bu saf Makov durumlarında sistemle çevre arasında her türden korelasyonların olabileceği ve bu korelasyonların çevrenin entropisiyle ilişkili olduğu da açıkça gösterilecektir.

- [1] F. Buscemi, Phys. Rev. Lett. **113**, 140502 (2014).
- [2] P. Hayden, R. Jozsa, D. Petz, and A. Winter, Commun. Math. Phys. **246**, 359 (2004).
- [3] P. Pechukas, Phys. Rev. Lett. **73**, 1060 (1994).
- [4] C. A. Rodríguez-Rosario, K. Modi, A.-m. Kuah, A. Shaji, and E. C. G. Sudarshan, J. Phys. A **41**, 205301 (2008); J. M. Dominy, A. Shabani, and D. A. Lidar, Quantum Inf. Process **15**, 465(2016).
- [5] H. P. Breuer and F. Petruccione, *The Theory of Open Quantum Systems* (Oxford University Press, Oxford, U.K., 2002).

Family of Entanglement Measurements in Ionic-Phononic Quantum System: Concurrence, Negativity and Entropy

Rasim Dermez

*Afyon Kocatepe University, Department of Physics, Afyonkarahisar, Turkey,
Afyon Vocational School, Afyonkarahisar, Turkey*

We present time-dependent Hamiltonian of a trapped three-level ion interacting with two vibrational phonons, using a unitary transform. We investigate the family of entanglement created in the ionic-phononic system. We analyzed analytic formulas describing all three the concurrence (C), the negativity (N) and the entropy (E). Our analytical results a higher degree of entanglement with a C of 0.884, a N of 0.442, and E of 0.70 can be attained at a spesific time of 20 fs.

Key Words: Family of entanglement, trapped ion, time-dependent Hamiltonian, ionic-phononic quantum system.

- [1] R. Dermez and S. A. Khalek, J. Russ. Laser Res., **32**, 287 (2011).
- [2] R. Dermez and S. A. Khalek, K. Kara, B. Deveci and G. N. Gunaydin, J. Russ. Laser Res. **33**, 42 (2012).
- [3] R. Dermez, B. Deveci and D. Ö. Güney, Eur. Phys. J. D., **67**, 120 (2013).
- [4] M. Abdel-Aty, Optics Communications, **266**, 225-230, (2006).
- [5] Ö. E. Müstecaplıoğlu, Phys. Rev. A, **68**, 023811 (2003).
- [6] R. Dermez and S. Özgen, Phys. Scr., **85**, 055009 (2012).
- [7] R. Dermez, J. Russ. Laser Res., **37**, 572-580 (2016).
- [8] R. Dermez, Journal of Physics: Conference Series, **766**, 012012 (2016).
- [9] A. Einstein, B. Podolsky and N. Rosen, Phys. Rev., **47**, 777 (1935).
- [10] J. S. Bell, Physics, **1**, 195-200 (1964).

Quantum technology initiatives & research activities at Mesoscopic Systems Laboratory

Şeref Kalem

*TÜBİTAK – BİLGEML Test & Evaluation TDBY
Informatics and Information Security Research Center, Gebze 41470 Kocaeli*

We present recent quantum technology initiatives such as quantum manifesto calling an ambitious European initiative in quantum technologies, which is needed to ensure Europe's leading role in a new technological revolution now under way. This year in May 17-18, Quantum Europe 2016 meeting launched European Flagship project worth of 1B Euro as the start of a new Era of Technology as a result of this initiative, which was endorsed by the Commission. In parallel to this activity, QUANTERA ERA-NET Cofund in Quantum Technologies calls for transnational research proposals supporting the topics of quantum information and communication sciences and technologies collecting proposals until 15th of March 2017. Potential opportunities for these calls will be outlined.

Mesoscopic Systems Laboratory founded in 1993 with the objective of exploring and exploiting quantum phenomena for secure applications using qubit systems generated in state-of-the art semiconductors, superconductors or atoms and photons. Research activities and interest are focused on high quality qubit generation based on semiconductor platforms, manipulation & control of multi-qubit ensembles under microwave, magnetic field and other external stimulants based on point defects, atoms, dots, quantum wires and superconductors; demonstration of quantum logical operations. With scaling down in CMOS, new architectures under $\leq 28\text{nm}$ are appearing as promising platforms offering multiple opportunities for quantum information processing, which are discussed from feasibility point of view. Design and fabrication on chip, quantum-classical interfaces (read-out), signal amplification, cryogenic electronics, quantum memory and implementation of quantum algorithms are among our future research interests.

Posterler

Spread and Localization Properties of a One-Dimensional Quantum Walk with Memory

Burçin Danacı and Ahmet Levent Subaşı

Istanbul Technical University, Physics Engineering Department

A quantum walk describes the motion of a single quantum particle where the direction depends on the so-called coin degrees of freedom [1]. During a quantum walk the wave function representing the state of the particle becomes a superposition of different states in position space during time evolution. Due to the interference effects, quantum walks have the potential of spreading faster than classical random walks yet the walker can get localized in the presence of disorder [2].

In a recently proposed one-dimensional model of a quantum walk with memory, the history of the walker's previous locations are recorded and a different coin operator can be applied depending on the memory state [3]. We study the spread and localization properties for different parameters of this model and discuss the resulting effectively disordered quantum walk and localization phenomenon.

Due to the accelerated growth of the Hilbert space, we use matrix product states representation [4] for numerical simulations.

[1] Aharonov, Yakir, Luiz Davidovich, and Nicim Zagury. "Quantum random walks." *Physical Review A* 48.2 (1993): 1687.

[2] Schreiber, A., et al. "Decoherence and disorder in quantum walks: from ballistic spread to localization." *Physical review letters* 106.18 (2011): 180403.

[3] Camilleri, Elizabeth, Peter P. Rohde, and Jason Twamley. "Quantum walks with tuneable self-avoidance in one dimension." *Scientific reports* 4 (2014).

[4] Orús, Román. "A practical introduction to tensor networks: Matrix product states and projected entangled pair states." *Annals of Physics* 349 (2014): 117-158.

Spin hamamlarında eşevresizliğin kuantum mekaniksel benzetim yöntemleri üzerine

Ekrem Taha Güldeste¹ Ceyhun Bulutay¹

Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Merkez Spin (MS) eşevresizliği, kuantum teknolojileri açısından önem taşımaktadır. Spin hamamı ve MS'den oluşan bir sistem için Zeeman, enaltyapı, çiftkutup, dörtkutup etkileşimlerinden oluşan bir hamiltonyen yazıldıgına, belli bir sayıdan büyük spin hamamları için, ($N > 21$) spin eşevresizlik süresinin (T_2) kesin çözümlerle hesaplanması, Hilbert uzayının üstel olarak büyümesi nedeni ile mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, Zamana Bağlı Klasik Ortalama Alan kuramı gibi klasik çözümlerin yanında, Eşevreli Spin Hallerini kullanan P-Gösterimi metodu gibi kuantum optik temelli yöntemler de bulunmaktadır [1].

Fakat, kuantum mekaniksel çözüm için, hamam içinde seçilen farklı ya da aynı tür spinli küçük kümelerin (Örneğin 2 spinden oluşan kümeler) genel hamiltonyen için köşegenleştirme işlemiyle elde edilen katkıların çarpımıyla T_2 süresinin elde edildiği, Küme İlinti Açılu (KİA, Cluster Correlation Expansion) yönteminin deneysel sonuçlarla çok uyumlu olduğu bilinmektedir [2,3]. Bu nedenle, klasik çözümlerden tamamen bağımsız bir temele sahip olan KİA metodu, hem deneysel sonuçlara yakın olması, hem de klasik çözümlerle daha önyargısız bir karşılaştırma imkanı sağladığı için büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada KİA yönteminin tanıtımı ve basit uygulamarına yer verilmektedir.

Teşekkür: Bu araştırma TÜBİTAK 114F409 no'lu proje çerçevesinde desteklenmektedir.

- [1] Al-Hassaineh, "Numerical Modelling of the Central Spin Problem Using the Spin-Coherent-State P Representation", Physical Review Letters, 97, 037204 (2006).
- [2] S. J. Balian, "Quantum-bath-driven decoherence of mixed spin systems", Physical Review B, 89, 045403 (2014).
- [3] W. Yang, "Quantum many-body theory of qubit decoherence in a finite-size spin bath" Physical Review B, 78, 085315 (2008).

Devinik Ayrıştırma Yöntemleriyle Spin Gürültüsünün Baskılanması

Mustafa Kahraman, Ceyhun Bulutay

Bilkent Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800, Ankara

Açık kuantum sistemlerinde elektron spinleri çevresel kaynaklı gurultulerden etkilenirler ve bu da eşevresizliğin çok hızlı artmasına neden olur. Benzer zorluklukların çok daha eskiden beri karşılaşıldığı NMR sistemlerinde, devinik ayrıştırma tekniğinin yararlı olduğu gözlemlenmiştir. Kuantum teknolojileri çerçevesinde de aynı yöntem bu kez eşevre surelerinin uzatılmasında kullanılmaktadır. Bu yöntem özünde Hahn yankısına dayanmaktadır. Halihazırda popüler olan bazı devinik ayrıştırma tekniklerine örnek olarak Carr-Purcell-Meiboom-Gill (CPMG) ve Uhrig serileri verilebilir. Son yıllarda kuantum noktalarındaki tuzaklanmış elektronların spin gurultülerine ve özellikle frekans izgelerine dair çeşitli deneysel çalışmalar yayımlanmıştır. Araştırmamız, bu verilerin ışığı altında elektron spin gurultusunun baskılanmasına yönelik devinik ayrıştırma tekniklerinin numerik olarak modellenmesini ve pedagojik tanıtımını içermektedir.

- [1] Kuhlmann, A. V., J. Houel, A. Ludwig, L. Greuter, D. Reuter, A. D. Wieck, M. Poggio, and R. J. Warburton, 2013, Nat. Phys. 9, 570.
- [2] . Cywiński, R. M. Lutchyn, C. P. Nave, S. Das Sarma, 2008, Phys. Rev. B 77 , 174509.

Optical Properties of Defect Centers in Bulk Hexagonal Boron Nitride

Nahit Polat, Volkan Fırat ve Serkan Ateş

Nanophotonics and Quantum Optics Laboratory, Department of Physics, Izmir Institute of Technology, Urla, 35430, Izmir, Turkey

Among several systems, 2D hexagonal boron nitride (hBN) is recently reported as a promising single-photon emitter at room temperature [1]. HBN has a large bandgap (~ 6 eV), which makes it an excellent dielectric for various electronic applications. Due to its large bandgap, hBN can host several types of defect centers with discrete energy states within the bandgap. In this work, we present our detailed optical characterization of such defects with a bright emission around visible band. The existence of hBN on the sample surface and its thickness variation was identified via high power Raman spectroscopy, which resulted in a typical Raman shift at the expected position of 1365 cm^{-1} with a FWHM of 10 cm^{-1} . As the thickness of the bulk hBN reduces, the Raman signal diminishes drastically, it broadens, and shifts to longer wavenumber. Performing a low power spatial map of micro-PL measurements on the same bulk let the observation of sharp emission lines from very distinct defect centers with a size of $0.5\text{ }\mu\text{m}$, which is limited with our $100\times$ objective. In order to understand the nature of the observed emission, detailed temperature, excitation power, and polarization dependent micro-PL experiments were performed. While the linewidth of the emission at room temperature is about 2 nm , it narrows down to 0.05 nm and its intensity increases almost one order of magnitude at 90 K , which are expected for the emission from quantized states. The emission shows a clear saturation behavior and it is highly polarized. All these observations highlight the potential of hBN as a novel 2D based scalable light source for applications in quantum information technologies.

[1] Tran et al, *Nature Nanotechnology* 11, 37 (2015)

Bright Directional Single Photon Sources by Plasmonic Nano-antennas

A. R. Rashed, H. Sattari, E. Ozbay and H. Caglayan

Nanotechnology Research Center, Bilkent University, Bilkent, Ankara 06800, Turkey

In this work, we have done a comprehensive study on the design of a bulls-eye shaped plasmonic nano-antenna, appropriate to achieve enhanced and directive emission of a nano-emitter. Our investigations show that the sandwich of thick metallic sub-layer, gain doped dielectric layer and plasmonic bulls-eye antenna (see Figure 1) creates better results of directionality and the emission enhancement factor in comparison to the solitary bulls-eye antenna. The presence of such metallic layer below the structure provides the possibility of better coupling of the emitted beam of gain material to the antenna. This can happen because of presented propagating gap modes between two metallic layers and higher rate of reflectance resulted from the thick plasmonic sub-layer. On the other hand, the presence of the dielectric between two metallic layers provides the possibility to dope the gain material there which makes the nanofabrication process much more practical and easier. The influence of all design parameters of an antenna such as aperture size, ridge height, ridge and groove widths, period of corrugation and metallic substrate thickness on directionality and emission enhancement factor a dipole emitter is investigated.

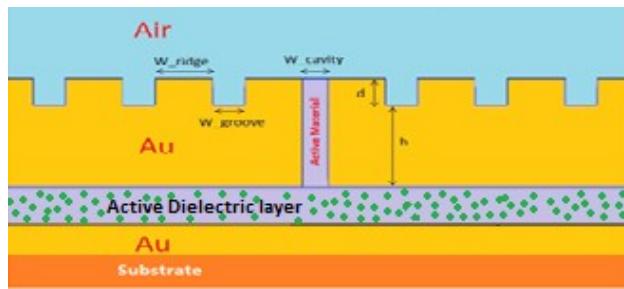


Figure 1: The scheme of the designed bulls-eyes antenna

The related Purcell factors responsible for emission enhancement are calculated for each configuration as well as the total emitted power from the antenna to far field space [1]. In addition, based on the performed study, an optimized design of a highly directional nano-antenna with an extraordinary enhancement factor, appropriate to gain an efficient coupling to a nano-emitter is introduced. Our designed metallic nano-antenna offers greater performance than designs which have been reported so far [2,3]. In order to investigate the optical properties of the designed nano-antenna as the main sample, three reference samples of metallic aperture, metallic corrugates and metallic bulls-eye structure in the absence of metallic sub-layer but with the same design parameters of the main sample is studied. We believe that the present demonstration is of high relevance for the development of advanced directional bright single photon sources and paves a promising route towards designing and fabricating high efficient light emitting devices.

[1] Newman, W. D.; Cortes, C. L.; Jacob, Z. J. Opt. Soc. Am. B, [2013, 30](#), 766-775.

[2] Aouani, H.; Mahboub, O.; Bonod, N.; Devaux, E.; Popov, E.; Rigneault, H.; W. Ebbesen, T.; Wenger J. Nano Lett. 2011, 11, 637–644.

[3] [Livneh, N.](#); [G. Harats](#), M.; [Daniel Istrati](#), D.; [S. Eisenberg](#), H.; [Rapaport](#), R. Nano Lett., 2016, 16, 2527–2532.

Raman Dönüşümünün Fano Mekanizması ile İyileştirilmesi

Selen Saatci^{1,2}, Bilge Can Yıldız^{1,2,3,4}, Alpan Bek^{2,4,5}, Mehmet Emre Taşgın¹

Nükleer Bilimler Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, 06800, Ankara, Türkiye

Fizik Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara, Türkiye

Fizik Ünitesi, Atılım Üniversitesi, 06836, Ankara, Türkiye

Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (GÜNAM), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara, Türkiye

Mikro ve Nanoteknoloji Programı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara, Türkiye

Plazmonik nanoparçacıklar üzerinde sıcak nokta oluşumu, o noktada lokalize olmuş olan alanların yoğunluğunun 10⁵ kata kadar artmasını sağlar. Bu durum, sistemde lineer olmayan optik etkilerin ortaya çıkmasına sebep olur. Yüzeyde Geliştirilmiş Raman Saçılması bu lineer olmayan etkilerden yalnızca biridir. Sistemin sıcak noktasına bir kuantum yayıcı tutturulması, yayıcı ve yerleşmiş yüzey plazmon rezonansları arasında çok yoğun bir etkileşimin ortaya çıkmasına neden olur. Sonuçta ortaya çıkan plazmonik tepkiye Fano rezonans adı verilir. Işık, yapılandırılmış madde ile etkileştiğinde, Fano rezonans kesikli düzey ve sürekli tayf arasında oluşan yol girişiminin sonucu oluşur. Ayrıca, maddenin emilim tayfında asimetrik şekilli keskin tepeler olarak kendini belli eder.

Bu çalışmada, iki farklı plazmonik salınım modu olan metal nano yapıları bir çeviriciye kuantum yayıcı tutturularak Raman dönüşüm sinyalinde oluşan artış miktarı hesaplanmıştır. Yayıcı ve çevirici sisteminin etkileşiminin sonuçları, sistemin analitik olarak çözülmesiyle elde edilmiştir. Zaman ilerletmeli hesaplar yapılarak analitik çözümlere yakınsama olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, üç boyutlu simülasyonlara yer verilerek analitik çözümlerin desteklenmesi sağlanmıştır.

İkinci kısımda, plazmonik modlara göre gerçekleştirilen Yüzeyde Geliştirilmiş Raman Saçılması deneylerine teorik bir yaklaşım sunularak, Raman sinyalinin değişik yerleşmiş yüzey plazmon rezonanslarına göre değişimi araştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar ile kıyaslama yapılarak modelin geçerliliği test edilmiştir.

[1] Haynes, Christy L., and Richard P. Van Duyne. "Plasmon-sampled surface-enhanced Raman excitation spectroscopy." *The Journal of Physical Chemistry B* 107.30 (2003): 7426-7433.

Angular Momentum Transfers of the Systems consisting two Rydberg Atoms

Alptuğ Ulugöl, Muhammad Mujaheed Aliyu, Sebastian Wüster

Bilkent University, Department of Physics

Rydberg atoms are atoms where a valence electron is excited to very high principal quantum numbers $200 > n > 20$. This means the electron is usually very far away from the nucleus. This makes these atoms huge, fragile and very strongly interacting with one another. The far away electron also behaves very similar to the one of Hydrogen, the simplest atom, because of the screening effect of the electrons which are near nucleus and that feature aids the theoretical description. Another neat feature of these electrons is, that they begin to behave more "classical" than others as the wave function becomes more localized. We are mostly exploiting two features of Rydberg states: Their strong long range interactions and large life-times.

In this research; two-atom Rydberg systems have been studied by the means of looking for and trying to understand the angular momentum transfers between the valance electrons of two atoms. The problem has been approached computationally both in quantum mechanical and semi-quantum mechanical(Bohr-Sommerfeld quantization) ways because of the above-mentioned "classical" behaviour of Rydberg atoms. So far, a clear sinusoidal behaviour which has two frequencies where one of them decays much faster with increasing distance relatively to the other one was observed and further investigation is being carried out for formalization of these frequencies.

- [1] H. Zoubi, A. Eisfeld, and S. Wüster, Phys. Rev. A **89**, 053426 (2014).
- [2] T. Deeney and C. O'Sullivan, Am. J. Phys. **82**, 883 (2014).
- [3] T. F. Gallagher, Rydberg Atoms (Cambridge University Press, London, 2005)
- [4] T. P. Hezel, C. E. Burkhardt, M. Ciocca, L-W. He, and J. J. Leventhal, Am. J. Phys. **60**, 329 (1992).

Enhanced Second Harmonic Generation From Coupled Asymmetric Plasmonic Metal Nanostructures

Bilge Can Yıldız^{1,2,5,*}, Mehmet Emre Tasgin⁶, Musa Kurtulus Abak^{2,3}, Sahin Coskun^{2,4}, Husnu Emrah Unalan^{2,3,4}, Alpan Bek^{1,2,3}

¹ Physics Department / Middle East Technical University

² GUNAM / Middle East Technical University

³ Micro and Nanotechnology / Middle East Technical University

⁴ Department of Metallurgical and Materials Engineering / Middle East Technical University,
Dumlupınar Blv. 1, 06800 Cankaya Ankara – TURKEY

⁵ Electrical Electronics Engineering, Physics Unit / Atilim University 06836 İncek Golbaşı Ankara
– TURKEY

⁶ Institute of Nuclear Sciences / Hacettepe University Beytepe 06800 Ankara – TURKEY

This study focuses on exploring nonlinear optical conversion by metal nanostructures with plasmonic resonance properties. Second harmonic generation (SHG) can be enhanced when a plasmonic nonlinear converter is coupled with a higher quality single mode metal nanostructure. This phenomenon emerges due to interferences in conversion paths. In former studies [1, 2], we show that coupling of plasmonic converters with quantum emitters can highly enhance the nonlinear conversion efficiency. In this work, we demonstrate that SHG enhancement in hybrid structures can be obtained even in the absence of coupled quantum emitters. This is an important simplification for facilitating the use of purely metal nanoparticles with appropriate experimental function. Strongly localized nature of optical conversion can be utilized to address single or few molecules in a background-free fashion. We introduce a theoretical model examining the SHG response of two coupled metal nanostructures, which is developed to interpret the results of an experiment on a similar structure [3]. The theoretical model well predicts the experimental enhancement factor, ~30 in the SHG from a coupled Silver nanowire – Silver nanoparticle system. We acknowledge funding from TÜBİTAK grant nrs. 115F603, 114F170; and funding from Hacettepe University under grant nr. BAP FBB-2015-8601.

- [1] D. Turkpence, M. E. Tasgin, G. B. Akguc, A. Bek, Journal of Optics **16** 105009 (2014)
- [2] M. E. Tasgin , I. Salakhutdinov, D. Kendziora, M. K. Abak, D. Turkpence, L. Piantanida, F. Fruk, M. Lazzarino, A. Bek, Photonics And Nanostructures - Fundamentals And Applications 2132 **43** (2016)
- [3] B. C. Yıldız, M. E. Tasgin, M. K. Abak, S. Coskun, H. E. Unalan, A. Bek Journal of Optics **17** 125005 (2015)

Katılımcı Listesi

İsim	E-posta	Kurum
Adem Türkmen	aturkmen@ankara.edu.tr	Ankara Üniversitesi
Alireza Rahimi Rashed	alireza.rashed@bilkent.edu.tr	Bilkent Üniversitesi
Alpan Bek	bek@metu.edu.tr	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Alper Gerçek	agercek@aselsan.com.tr	ASELSAN AŞ
Alptuğ Ulugöl	alptug.ulugol@ug.bilkent.edu.tr	Bilkent Üniversitesi
Aziz Kolkiran	aziz.kolkiran@ikc.edu.tr	Katip Çelebi Üniversitesi
Azmi Ali Altıntaş	ali.altintas@okan.edu.tr	Okan Üniversitesi
Baris Cakmak	bcakmak@ku.edu.tr	Koc Üniversitesi
Bilge Can Yıldız Karakul	bilge.yildiz@metu.edu.tr	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Burçin Danacı	danacib@itu.edu.tr	İstanbul Teknik Üniversitesi
Ceyhun Bulutay	bulutay@fen.bilkent.edu.tr	Bilkent Üniversitesi
Çağan Aksak	caganaksak@gmail.com	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Çağıl Benibol	cagilbe@gmail.com	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Deniz Gamze Sanal	deniz.gamze.sanal@gmail.com	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Devrim Tarhan	dtarhan@gmail.com	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Didem Gökböl	didemgokbel@gmail.com	Bristol Üniversitesi
Döndü Şahin	d.sahin@bristol.ac.uk	İstanbul Üniversitesi
Ekrem Aydiner	ekrem.aydiner@istanbul.edu.tr	Bilkent Üniversitesi
Ekrem Taha Güldeste	taha.guldeste@bilkent.edu.tr	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Elif Özceri	elifozceri@iyte.edu.tr	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Emre Yüce	eyuce@metu.edu.tr	Celal Bayar Üniversitesi
Eren C. Karsu Asal	eckarsu@xn--hotail-yxa.com	İstanbul Teknik Üniversitesi
Gökhan Torun	torung@itu.edu.tr	Sao Paulo Eyalet Üniversitesi
Göktuğ Karpat	gkarpat@fc.unesp.br	(UNESP)
Habib Gültekin	gultekinhabib@gmail.com	Koç Üniversitesi
Halil İbrahim Binici	hibinici@gmail.com	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Hasan Hüseyin Sömek	hhsomek@gmail.com	İstanbul Teknik Üniversitesi
Hazan Özkan	hazanozkan@iyte.edu.tr	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Hümeysra Çağlayan	hcaglayan@bilkent.edu.tr	Bilkent Üniversitesi
İskender Yalçınkaya	iskendery@sabanciuniv.edu	Sabancı Üniversitesi
Kadir Erdem İmik	erdemimik@hotmail.com	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Kıvanç Uyanık	kivancuyanik@gmail.com	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Klaus Moelmer	moelmer@phys.au.dk	Aarhus Üniversitesi
Levent Subaşı	alsubasi@itu.edu.tr	İstanbul Teknik Üniversitesi
Mehmet Emre Taşgin	metasgin@hacettepe.edu.tr	Hacettepe Üniversitesi
Mehmet Özcan	mehmetozcan@iyte.edu.tr	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Mehmet Tavacı	tavacimehmet@gmail.com	Gaziantep Üniversitesi
Mehmet Zafer Gedik	gedik@sabanciuniv.edu	Sabancı Üniversitesi
Melis Pahalı	melispahali@gmail.com	İstanbul Teknik Üniversitesi
Muhammet Ali Can	ali.can@tubitak.gov.tr	TÜBİTAK BİLGE
Mustafa Kahraman	mustafa.kahraman	Bilkent Üniversitesi
Nader Ghazanfari	@bilkent.edu.tr	Mimar Sinan Güzel Sanatlar
Nahit Polat	nahitpolat@iyte.edu.tr	Universitesi
		İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Oktay Pashaev
Onur Pusuluk
Onur Umucalilar
Özgür Çakır
Özgür Esat

Müstecaplıoğlu
Özgür Oktel
Ramazan Şahin
Rasim Dermez
S.Seyyare Aksu

Sadi Turgut
Selen Saatci
Serdar Burhan Tekin
Serhat Can Kadioğlu
Serkan Ateş
Sevil Altuğ
Sevilay Sevinçli
Songül Ulağ
Şeref Kalem
Şeyma Torun
Ulaş Can Yazar
Utku Canbolat
Volkan Fırat
Yağız Oyun
Yiğitcan Sırkeci
Zeynep Kahraman

Zeynep Nilhan Gürhan

oktaypashaev@iyte.edu.tr
onur.pusuluk@gmail.com
rumucalilar@ku.edu.tr
ozgurcakir@iyte.edu.tr
omustecap@ku.edu.tr

oktel@fen.bilkent.edu.tr
rsahin@itu.edu.tr
dermez@aku.edu.tr
seyyare.aksu@ogr.msgsu.edu.tr

sturgut@metu.edu.tr
saatci@metu.edu.tr
serdartekein902@gmail.com
serhatcank@gmail.com
serkanates@iyte.edu.tr
sevilaltug@iyte.edu.tr
sevilaysevinci@iyte.edu.tr
ulagitu1773@gmail.com
seref.kalem@tubitak.gov.tr
storun@ug.bilkent.edu.tr
ulas.can.yazar@hotmail.com
utkucanbolat@iyte.edu.tr
volkanfirat@iyte.edu.tr
yagizoyun@iyte.edu.tr

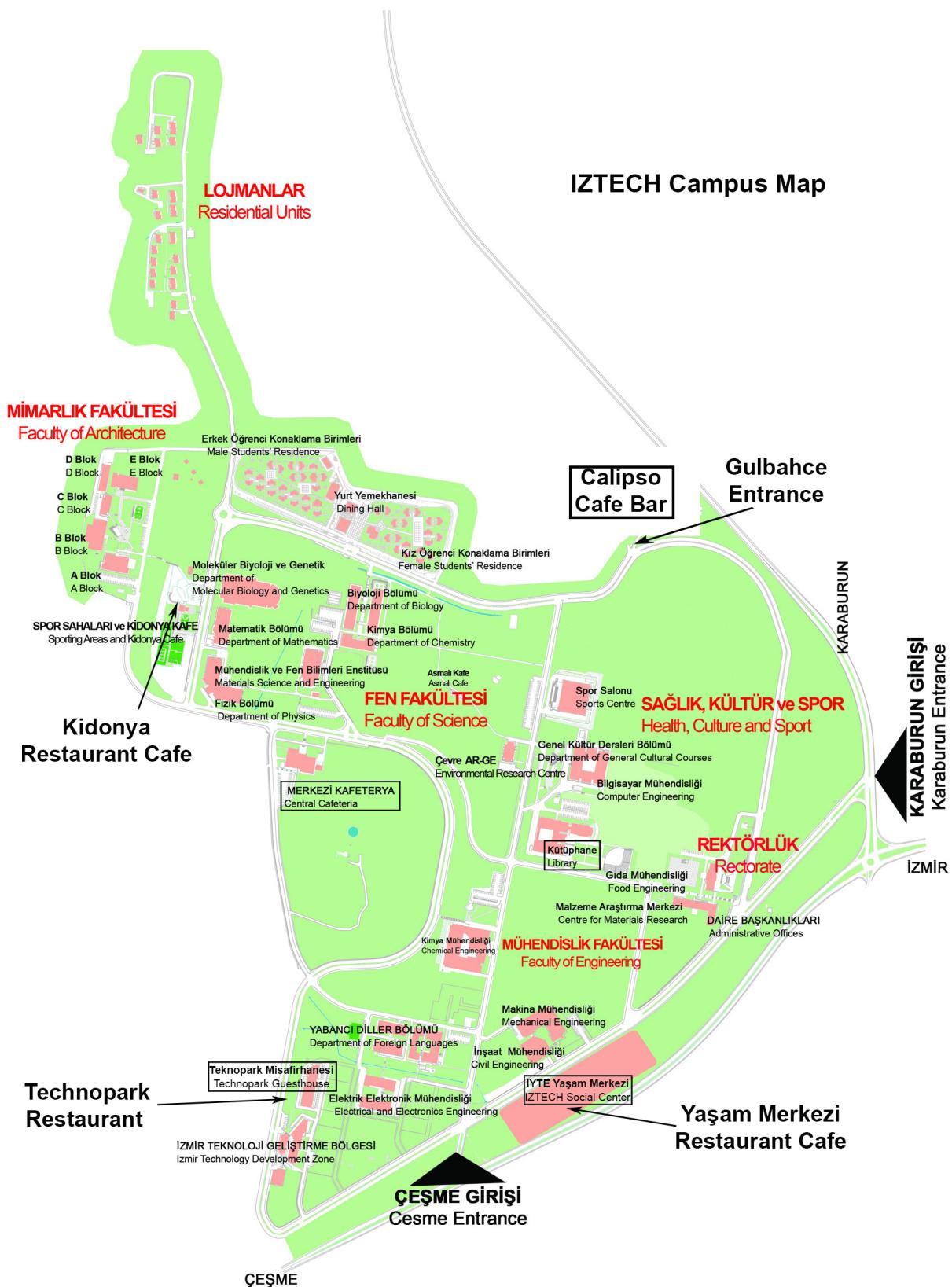
[@gmail.com](mailto:kahramanzenep1923)
nilhangurkan@gmail.com

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İstanbul Teknik Üniversitesi
Koç Üniversitesi
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Koç Üniversitesi

Bilkent Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mimar Sinan Güzel Sanatlar

Üniversitesi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ODTÜ/BİLGE
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Koç Üniversitesi
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İstanbul Teknik Üniversitesi
TÜBİTAK BİLGE
Bilkent Üniversitesi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Ege Üniversitesi





Edu**line**