

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
KUANTUM TEKNOLOJİLERİ ÇALIŞTAYI
17-18 OCAK 2019



Kuantum Teknolojileri Çalıştayı

17-18 Ocak 2019

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Düzenleme Kurulu

Özgür E. Müstecaplıoğlu (Koç Üniversitesi)

Ferdi Altıntaş (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

Nevin Soylu Koç (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

Sevgi Polat Altıntaş (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi)

Aslı Tuncer (Koç Üniversitesi)

Destekleyenler

Tübitak

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Koç Üniversitesi

Önsöz

Günümüzdeki teknolojik becerilerimiz tek bir kuantum sistemin ölçülebilmesine ve kontrol edilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede haberleşme ve bilişim teknolojileri başta olmak üzere çeşitli endüstri alanları devrimsel bir dönüşüm yaşamaktadır. İkinci kuantum devrimi olarak da nitelendirilen kuantum teknolojilerin hayata geçirilmesi dördüncü endüstriyel devriminin de itici güçlerinden biridir.

Ülkemizin de öncelikli araştırma konuları arasında yer alan kuantum teknoloji alanı çerçevesinde çalışmalar yürüten farklı araştırmacılar yoğun madde fiziği, istatistiksel fizik, kuantum optik, nanofotonik ve optoelektronik gibi farklı temalı ulusal toplantılarda bir araya gelebilmektedir. Daha kapsamlı ve kuantum teknoloji odaklı bir çalıştay, çalışmalarını kuantum teknoloji çerçevesinde olan veya olabilecek farklı araştırmacıları bir araya getirebilecek ve daha geniş bir araştırmacı grubunda da farkındalık yaratabilecek, ayrıca verimli iş birliklerine de öncülük edebilecektir. Bu hedef doğrultusunda küçük de olsa bir adım atabilmek amacıyla, TÜBİTAK tarafından desteklenen “*Uzay Uygulamaları için Kuantum Yakıtlar*” projemizin tanıtım faaliyetleri arasında da yer alan, bir sempozyum düzenliyoruz. Katılımcılar arasında yoğun bilgi alışverişi ve bilimsel tartışmalar olması, iş birlikleri aranması hedefleriyle sempozyumumuzun bir çalıştay atmosferinde olmasını arzu ediyor ve çalıştay olarak isimlendiriyoruz. 17-18 Ocak 2019 tarihleri arasında çalıştayımıza ev sahipliği yapacak olan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi’ne sağladıkları imkanlar ve misafirperverlikleri için çok teşekkür ediyoruz. Organizasyondaki emekleri ve titizlikleri için yerel düzenleme komitesine, Dr. Ferdi Altıntaş, Dr. Nevin Soylu Koç ve Dr. Sevgi Polat Altıntaş’a, minnettarlığımı sunuyorum.

Sempozyum programımızda kuantum ısı makineleri, kuantum haberleşme, kuantum bilgi kuramı, kuantum devreler ve kuantum hesaplama konularında hem kuramsal hem de deneysel çalışmalar ile ilgili sunumlarla beraber, ultra-soğuk atom sistemleri, topolojik malzemeler, plazmonik malzemeler gibi kuantum teknolojileri gerçekleştirmeye uygun fiziksel yapıları içeren konuşmalar da vardır. Böylece kuantum teknoloji konularında ortak çalışabilecek araştırmacılar arasında köprüler kurulması hedeflenmiştir. Çalıştayımıza katılmayı kabul eden kıymetli davetli konuşmacılarımıza çok değerli katkılarından dolayı ayrı ayrı şükranlarımızı sunuyoruz.

Çalıştayımızın tüm masrafları TÜBİTAK tarafından, projemizin tanıtım faaliyetleri bütçesinden, karşılanmaktadır. Hem çalıştayımızın gerçekleşmesi hem de daha geniş perspektifte kuantum teknoloji alanında ülkemizin atılım yapması için sağladıkları maddi ve manevi destek ve liderlik için TÜBİTAK’a çok teşekkür ediyoruz.

Siz çok değerli katılımcılarımıza şükranlarımızı sunuyoruz; sayenizde çok etkileşimli ve zengin bir toplantı olacağına inandığımız çalıştayımızın daha büyük çapta kuantum teknoloji konferanslarına öncülük edeceği ve gelenekselleşeceği umuduyla herkese yararlı ve verimli bir çalıştay dilerim.

Özgür E. Müstecaplıoğlu,
Düzenleme Kurulu Adına

KONUŞMACILAR

- **Özgür Esat Müstecaplıoğlu, Koç Üniversitesi**
- **Ceyhan Bulutay, Bilkent Üniversitesi**
- **Sadi Turgut, Orta Doğu Teknik Üniversitesi**
- **Tuğrul Hakioğlu, İstanbul Teknik Üniversitesi**
- **Ekrem Aydın, İstanbul Üniversitesi**
- **Mehmet Emre Taşkın, Hacettepe Üniversitesi**
- **Cem Yüce, Eskişehir Teknik Üniversitesi**
- **Gökhan Barış Bağcı, Mersin Üniversitesi**
- **Azmi Gençten, Ondokuz Mayıs Üniversitesi**
- **Göktuğ Karpat, İzmir Ekonomi Üniversitesi**
- **Barış Çakmak, Koç Üniversitesi**
- **İlke Ercan, Boğaziçi Üniversitesi**
- **Kadir Durak, Özyeğin Üniversitesi**
- **Deniz Türkpençe, İstanbul Teknik Üniversitesi**
- **Aslı Tuncer, Koç Üniversitesi**

17.01.2019

10:20-10:40	Açılış ve Kayıt	
10:40-11:20	Özgür E. Müstecaplıoğlu	Uzay Uygulamaları için Kuantum Yakıtlar
11:20-12:00	Aslı Tuncer	Enerji molekülleri olarak kuantum durumlar
12:00-13:30	Öğle Yemeği	
13:30-14:10	Barış Çakmak	Adyabatik kısa yolları kullanan kuantum ısı makineleri
14:10-14:50	İlke Ercan	Fotonik ve Elektronik Kuantum Hesaplama Devrelerinin Performans Analizi
14:50-15:30	Azmi Gençten	Kuantum Bilgi İşlemede Küdit Durumlarının Kullanılması
15:30-15:50	Çay Molası	
15:50-16:30	Deniz Türkpençe	İkinci devrimin eşiğinde kuantum teknolojileri
16:30-17:10	Ceyhun Bulutay	İki boyutta vadi spinine dayanan fiziksel olgular
17:10-17:50	Göktaş Karpaz	Symmetry in the open-system dynamics of quantum correlations
18:00-21:00	Akşam Yemeği	

18.01.2019

9:00-9:40	Kadir Durak	Kuantum Haberleşme İçin Aşağı Dönüşüm Kaynağı Optimizasyonu
9:40-10:20	Sadi Turgut	Generalizations of Landauer's Principle
10:20-10:40	Çay Molası	
10:40-11:20	Cem Yüce	Spontaneous topological pumping in non-Hermitian systems
11:20-12:00	Gökhan B. Bağcı	Enformasyon, Termodinamik ve Vedral Bağıntısı
12:00-13:30	Öğle Yemeği	
13:30-14:10	Tuğrul Hakioğlu	II. tip Topolojik yalıtkanlarda gözlemlenen deneysel spin anormalliklerinin elektron-fonon etkileşimleriyle açıklanması
14:10-14:50	M. Emre Taşgın	Plazmonik malzemelerin doğrusal ve doğrusal olmayan özelliklerinin fano rezonanslar ile kontrolü
14:50-15:30	Ekrem Aydiner	Bose-Einstein fazında itici Casimir etkileri
15:30-15:40	Kapanış ve Teşekkür	

Uzay Uygulamaları için Kuantum Yakıtlar

Özgür E. Müstecaplıoğlu

Koç Üniversitesi, Fizik Bölümü, Sarıyer, 34450, İstanbul

Nano boyutta veya daha da küçük robotik cihazların uzay üslerinde, uzay araçlarında ve gezegenlerde kurulacak üslerde üretim ve tamir işlerinde kullanılması bilim kurgu kitaplarında ve filmlerinde çokça gördüğümüz bir fikirdir. Bu fikirlerin bilim kurgu olmaktan çıkıp gerçeğe dönüşmesinin önünde önemli bir engel bu makinelerin çalışması için gerekli enerji kaynaklarının da aynı oranda küçültülmesindeki termodinamik zorluklardır. Termal dengelere ulaşmak için sıcak ve soğuk kaynakların bağlandıkları sistemlerden büyük olması gerekmektedir. Isı kaynaklarını küçültmek enerjinin yoğun depolanmasını gerektirdiği için bilhassa uzayda tehlikeli olabilmekte, soğutucuların küçülmesi ise soğutma işlemini çok yavaşlatıp verimi azaltmaktadır. TÜBİTAK tarafından desteklenen “Uzay Uygulamaları için Kuantum Yakıtlar” projemizde bilgi ve enerji arasındaki ilişkileri kuantum limitlerinde inceleyip depolanan yoğun kuantum bilgisinden enerji üretimi fikrini ele aldık. Klasik bilgi ile enerji arasındaki ilişkiler 2. Dünya savaşı sırasında bulunup savaş sonrasında bilgi kuramının termodinamik bağlantıları yaygın olarak ortaya kondu. Bilgi üretimi için gereken iş ve silinmesi ile açığa çıkan ısı Szilard bilgi-ısı makinesi ve Landauer bilgi silinmesi prensibi ile bilinmektedir. Yakın zamanda kuantum sistemlerin bilişimde kullanılmasının önünün açılması kuantum bilgisayar ve haberleşme alanlarında dünya dengelerini sarsan teknolojik atılımlara yol açtı. Benzer atılımların enerji uygulamalarında olup olamayacağı sorusu hızla gelişmekte olan kuantum termodinamik alanının konusudur. Projemizde bu soruya dair yaptığımız çalışmalar birkaç kuantum bilgi yapıtaşı ile bile nano veya atomik boyutlu sistemlerin nasıl hem hızlı hem de verimli olarak yüksek ısı aralıklarında ısıtılıp soğutulabileceğini ve ısı banyolarının nasıl bağlandıkları sistemlerle aynı boyutta hatta daha da küçük olabileceğini ortaya koydu. Konuşmamızda kuantum termodinamik ve proje kapsamımız üzerine kısa bir tanıtımdan sonra projemizde vardığımız sonuçları özetleyeceğiz.

Enerji molekülleri olarak kuantum durumlar

Aslı Tuncer, Özgür E. Müstecaplıoğlu

Koç Üniversitesi, Fizik Bölümü, Sarıyer, 34450, İstanbul

Atomlara yüklenen kuantum bilgilerini atomlar arasındaki kimyasal bağlara benzer bağlar olarak hayal ederek, farklı dolanık durumları farklı bilgi molekülleri gibi düşünebiliriz. Atomlara yüklenen kuantum bilgilerini dolanıklık olarak ele alabileceğimiz gibi enerji seviyeleri arasındaki eşuyumluluk olarak da alabiliriz. Optik bir oyuk ile etkileşen bu atomlar, bu optik oyuk alanına enerji aktarabildikleri için birer enerji molekülü olarak düşünülebilirler. Dolanıklık ise yakın zamanda, eşevre bozulmasının nispeten düşük olması durumunda, klasik kaynaklardan daha iyi performans gösterebilen bir enerji kaynağı olarak tanınmıştır. Çok atomlu dolanık durumlar, gürültü altındaki bağlı dolanık (BE) durumlara geri döndürülemez şekilde mutasyona uğrayabilirler. Tipik BE durumlarının enerji değerlerinden yararlanarak, maksimum iş çıkarımını ergotropi cinsinden belirliyoruz [1]. Mikromazer teorisinin standart varsayımları altında, her biri iki seviyeli 4 atomdan oluşan kuantum sistemlerin optik oyukla etkileşmesi sonucunda oyuğun sıcaklığını nasıl değiştirdiğini biliyoruz [2]. Bunun yanında üç seviyeli atom çiftlerinin iki seviyeli durumlara indirgenerek, rastgele zaman aralıklarında optik oyuk içinden geçip oyukla etkileşimi sonucu oluşan iş aktarımını elde ettik ve oyuk sıcaklığının üç seviyeli atom çiftlerinin dolanıklığını ölçen bir optik termometre gibi davrandığını gördük. Mikromazer oyuk alanına gönderilen quantum durumlarının bir graf durumu olarak ele alınarak, grafların bu çalışmaya nasıl uyarlanacağını örnekleyeceğiz. Ayrıca bu graf durumunun oyuk ile çok kısa süreli etkileşimi sonucundaki değişiminin oyuk alanında sıcaklık, iş veya enerji farkı olarak görülmesini, Landauer bilgi kuramı ile ilişkilendirerek tartışacağız.

[1] Fatih Özaydın, Ceren B. Dağ, Aslı Tuncer, Özgür E. Müstecaplıoğlu, “Work and Heat Value of Bound Entanglement.”, arXiv preprint arXiv:1809.05085.

[2] C. B. Dag, W. Niedenzu, O. E. Mustecaploglu, G. Kurizki, “Multiatom Quantum Coherences in Micromasers as Fuel for Thermal and Nonthermal Machines.” Entropy 18, 244 (2016).

Adyabatik kısa yolları kullanan kuantum ısı makineleri**Barış Çakmak**

*Fizik Bölümü, Koç Üniversitesi, İstanbul, Sarıyer 34450, Türkiye
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Beşiktaş,
İstanbul 34353, Türkiye*

Kuantum termodinamiği, denge durumunda olmayan, sonlu büyüklükteki kuantum sistemlerinin termodinamik özelliklerini anlamak üzerine çalışmaların yürütüldüğü oldukça yeni bir araştırma alanıdır. Bu alandaki gelişmelerin bir sonucu olarak, çeşitli kuantum sistemleri üzerinde çalışan, klasik termodinamikte sıkça karşımıza çıkan, Otto makineleri (motorları) önerilmiştir. Böyle bir Otto makinesi dört aşamalı bir döngü ile çalışmaktadır: iki ısınma ve soğuma ve iki adyabatik sıkıştırma ve genişleme aşamaları. Kuantum sistemlerinde adyabatikliği korumak ve makineden mümkün olan en yüksek verimi elde için, bahsedilen sıkıştırma ve genişleme aşamalarının durağana yakın olarak yapılması gerekmektedir ki bu da bu süreçlerin çok yavaş geçirilmesi anlamına gelmektedir. Fakat, bu durağan süreçler önerilen Otto makinesinin çalışma süresini çok uzatmakta ve ürettiği gücü sıfıra yakın bir seviyeye düşürmektedir. Ancak sisteme dışarıdan müdahale ederek bu adyabatik süreçleri hızlandırmak mümkündür ve bu yöntemler adyabatik kısa yollar olarak bilinmektedir. Doğal olarak sisteme yapılan bu dışarıdan müdahalenin bir enerji maliyeti olacaktır. Biz de bu çalışmamızda spin-1/2 parçacıklar üzerinde adyabatik kısa yolları kullanarak çalışan bir Otto makinesinin analizini yaptık ve adyabatik kısa yol maliyetinin verim ve güç üzerindeki etkisini araştırdık.

Fotonik ve Elektronik Kuantum Hesaplama Devrelerinin Performans Analizi

İlke Ercan

Boğaziçi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Silisyum temelli elektronik hesaplama sistemlerinin veriminde yıllardır süregelen artış günümüzde birçok fiziksel engelle karşı karşıyadır. Kuantum etkilerin nano-boyuttaki devrelerde baskın olması sebebiyle klasik ve kuantum hesaplama sistemlerinin performans analizinde yeni yöntem ve yaklaşımlara gereksinim duyulmaktadır. Fiziksel-enformasyon-teorisi kullanılarak yapılan analizler bir devrede bilgi-işleme bağılı olarak gerçekleşen enerji tüketimini hem devrenin termodinamik özelliklerini hem de enformasyon fiziğini göz önünde bulundurarak elde etmemizi sağlar. Nano-boyutta geliştirilen klasik ve kuantum hesaplama devrelerine uygulanabilen bu yaklaşım günümüz ve geleceğin hesaplama sistemlerinin performans metriklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılmasında önemli bir yere sahiptir.

Bu konuşmada, fotonik ve elektronik kuantum hesaplama devrelerinin bilgi-işlem temelli enerji tüketimlerinin analizi için geliştirdiğimiz analitik yöntem ve bilgisayar benzetim çalışmaları sunulmaktadır. Fotonik sistemleri üzerine yaptığımız çalışma, tek fotonlu sistemlerden başlayıp mikro-halka temelli mantık devrelerine genellenebilen ve fotonik kuantum hesaplama devrelerinin enerji tüketimini hesaplamamızı sağlayan bir analitik yöntem ile bu yöntemin Lumerical programı aracılığıyla doğrulanmasını içermektedir. Elektronik devre örneklerinde ise yük-temelli kuantum hesaplama devreleri üzerine SIMON 2.0 programı aracılığı ile yaptığımız performans analizleri tartışılmaktadır. Kullandığımız fiziksel-enformasyon-teorisi temelli yaklaşım ile devrelerin kuantum hesaplama için gereksinim duyduğu asgari enerji miktarı ve en uygun devre parametreler belirlenmektedir.

Kuantum Bilgi İşlemede Küdit Durumlarının Kullanılması

Azmi Gençten

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
Fizik Bölümü, 55139, Atakum, Samsun
gencten@omu.edu.tr*

Bir d -boyutlu ($d \geq 3$) klasik bilgi birimidir. Kuantum bilgi işlemede ise d -boyutlu ($d \geq 3$) kuantum bilgi birimi küdit olarak isimlendirilir. Uzay boyutu $d \geq 3$ olmasından dolayı, küdit durumlarının kuantum bilgi işleme ve depolamada daha avantajlı oldukları düşünülmektedir. Bir kütrit üç seviyeli ($d=3$) kuantum bilgi birimidir ve spin kuantum sayısı-1 olan durumların Zeeman seviyelerinden oluşur. Bu durumda SI ($S=1$, $I=1$) spin sistemi için dokuz tane iki kütritlik kuantum durumları elde edilir. Dört seviyeli ($d=4$) kuantum bilgi birimi ise kukuart olarak isimlendirilir ve spin-3/2 için var olan manyetik spin kuantum sayılarından elde edilir. İki spinli SI ($S=3/2$, $I=3/2$) spin sistemi için ise on altı tane iki kukuartlık kuantum durumları bulunur. Bu çalışmada öncelikle ilgili Hadamard ve CNOT mantık kapıları kullanılarak, iki kütritlik ve iki kukuartlık dolanık durumların nasıl elde edileceği gösterilmiştir. Ayrıca iki kütritlik ve iki kukuartlık dolanık durumlarına, Hadamard ve CNOT mantık kapılarının manyetik rezonans seçici puls dizileri kullanılarak da ulaşılmıştır.

İkinci devrimin eşiğinde kuantum teknolojileri

Deniz Türkpençe

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik
Mühendisliği Bölümü, Ayazağa kampusu, 34467 Maslak İstanbul*

Geçtiğimiz yüzyılda yarı-iletken teknolojisi, transistör, lazer, MR görüntüleme ve benzeri teknolojiler ile yaşadığımız 1.kuantum devrimi günümüzde ikinci bir faza evrilmekte. Özellikle kuantum mekaniğinin sezgiye ters, klasik olmayan özelliklerinin bilgisayar ve bilgi teknolojileri için kaynak olarak kullanılabileceği öngörüler 90'lı yılların ortalarından bu yana büyük bir araştırma alanı oluşturmuş durumda. Bu çalışmalara son yıllarda kuantum ölçekteki ısı makinelerinin klasik termodinamik yasalardan ne ölçüde sapabileceği açık sorusu da eklenmiş durumda. Bu sunum, kuantum ve nano ölçekte bilgi teknolojilerini, kuantum yapay zekâ için önem arz eden kuantum bilgisinin sınıflandırılması ve fotonik kuantum ısı makineleri ile ilgili bazı katkıları özetlemektedir.

İki boyutta vadi spinine dayanan fiziksel olgular

Ceyhun Bulutay

Fizik Bölümü, Bilkent Üniversitesi, Ankara, 06800, Türkiye

Tek tabaka geçiş metali dikalkojenitleri gibi malzemelerdeki vadi serbestliği ve düşük simetrisi beraberinde ortaya çıkan fiziksel olgular özgün kuantum teknolojilerine olanak sağlamaktadır. Bunlara örnek olarak, Berry eğriliği, yörüngesel manyetik moment ve yol açtığı vadi Hall, vadi Zeeman, çiftrenklilik gibi etkiler gösterilebilir. Bu konuşmada iki-bant düzeyinde bir açıklama üzerinden olguların temel fiziğine değinilecek ve ne şekilde baskın hale getirilebileceği irdelenecektir.

Symmetry in the open-system dynamics of quantum correlations

Göktuğ Karpaz

*Faculty of Arts and Sciences, Department of Physics, Izmir University of Economics,
Izmir, 35330, Turkey*

We study the symmetry properties in the dynamics of quantum correlations for two-qubit systems in one-sided noisy channels, with respect to a switch in the location of noise from one qubit to the other. Our results show that the symmetric decay of quantum correlations is not directly linked to the presence or absence of symmetry in the initial state, while it does depend on the type of correlation considered as well as on the type of noise. We prove that asymmetric decay can be used to infer, in certain cases, characteristic properties of the channel. We also show that the location of noise may lead to dramatic changes in the persistence of phenomena such as entanglement sudden death and time-invariant discord.

Kuantum Haberleşme İçin Aşağı Dönüşüm Kaynağı Optimizasyonu

Kadir Durak

*Elektrik Elektronik Mühendisliği, Özyeğin Üniversitesi,
Çekmeköy İstanbul, 34794 Türkiye*

Küresel kuantum bilgisayarlarının varolma esigine gelmesiyle birlikte kuantum bilgisayarlı saldırılara karşı güvenli kriptografi yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik araştırmalar hız kazanmıştır. Bu yöntemlerden en önemlisi ise kuantum kriptografi olup, kuantum kriptografinin bir ağı haline gelmesinin önünde belli zorluklar mevcuttur. Bu zorluklardan başlıcaları fiber içi ve serbest-uzay optiği yöntemlerindeki optik kayıplar sebebiyle mesafe sınırı, serbest-uzay optik yöntemi için direkt-görüş-çizgisi problemi, kuantum anahtar dağıtımının (KAD) haberleşme ile gerçek-zamanlı yapılabilmesi, KAD otomasyonu ve isteğe bağlı optik kanalın oluşturulabilmesidir. Bu zorluklara sunulan çözümlerin yanı sıra, aşağı dönüşüm kaynaklarının farklı platformlarda çalışabilmesi için belli parametrelerin optimizasyonu gerekmektedir. Örneğin kristal boyu, kristallerin polarizasyon geometrisi, toplama optiği ve uzaysal mod analizi/temizliği gerekmektedir. Bu çalışmada bir tip-1 doğrudan dolanık foton kaynağı üzerinde bu optimizasyonlar yapılarak KAD uygulamalarına elverişli hale getirilme süreci anlatılacak ve literatürdeki benzerleriyle kıyas yapılarak kuantum ağı hedefi için analiz yapılacaktır.

Generalizations of Landauer's Principle

Sadi Turgut

Department of Physics, Middle East Technical University (METU), Turkey

Landauer's erasure principle states that in order to erase information from a memory device, one needs to dump a minimum amount of heat to the environment in which the memory is placed. The necessity of the erasure heat essentially comes from the fact that the erasure process should not depend on the value of the information to be erased. As this requirement is common in all information processing applications, it is of interest to see the generalizations of the principle. In this talk, I will discuss two such generalizations. First generalization is essentially to all classical information manipulating processes: The logical processes that tell us how the information is manipulated can in principle be probabilistic. The associated heat generation can be related by a set of inequalities to the logical process. The second generalization is to quantum information processing in which non-unitary processes are also taken into account. The complete solution of this problem appears to be too complicated but in a few special cases, it has been possible to obtain the complete description of the relations between the heat generation and the associated logical process.

[1] S. Turgut, Phys. Rev. E 79, 041102 (2009), *Relations between entropies produced in nondeterministic thermodynamic processes*.

[2] Ç. Aksak, S. Turgut, J. Phys. A: Math. Theor. **44**, 275304 (2011), Heat transfer operators associated with quantum operations.

Spontaneous topological pumping in non-Hermitian systems

Cem Yüce

Department of Physics, Eskişehir Technical University, Turkey

We introduce modulational instability in non-Hermitian systems to study state conversion of topological edge states. We show that state conversion in non-Hermitian systems leads to topological pumping, which is a way of transferring topological edge state from one edge to the opposite edge. In contrast to Hermitian systems, topological pumping can occur spontaneously in non-Hermitian systems. We show that topological edge state transfer occurs fast.

Enformasyon, Termodinamik ve Vedral Bağıntısı

Gökhan Barış Bağcı

Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

Vedral bağıntısı, tamamen kuantum mekaniksel bir bağıntı olmasına rağmen, enformatik kavramlar da içermektedir. İçerdiği bu enformatik kavramlar, genel olarak bakılırsa, kuantum mekaniksel sistemin iki farklı ölçümüne karşılık gelmektedir. Bu iki ölçüm sonuçlarının nasıl bir yoğunluk matrisinden seçilebileceğiye, olası senaryolara bağlıdır. Bu senaryoların çeşitliliğini kullanarak, Vedral bağıntısının aynı zamanda kuantum termodinamiksel sonuçları olduğu gösterilecektir. Bu sonuçların yorumu üzerinde ayrıca durulacaktır.

II. tip Topolojik yalıtkanlarda gözlemlenen deneysel spin anormalliklerinin elektron-fonon etkileşimleriyle açıklanması

Tuğrul Hakioğlu

Enerji Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 İstanbul, Türkiye

Topolojik yalıtkanların yüzeyleri Γ noktası civarında toplam açısal momentum uzayında sürekli rotasyonel simetriye sahip bir lineer Dirac spektrumu ile betimlenebilmektedir. Bu noktadan ötede kristal örgü anizotropisi devreye girerek bu sürekli simetriyi kristalin noktasal grup simetrisi ile değiştirmektedir. Bu noktada birçok anormal spin davranışları gözlemlenmektedir.

Bu çalışmada Dirac spektrumuna sahip bir malzemede yüzey spin vektörünün Γ noktası ötesinde elektron-fonon etkileşimi tarafından oluşturulan spin dantelinin teorisi anlatılacaktır. Zayıf elektron-fonon etkileşiminin enerji uzayında ihmal edilebilir olmasına rağmen, spin uzayında sıradışı etkilere neden olduğu vurgulanacaktır. Öbür yandan, II. topolojik yalıtkanların çoğunda 10 meV altında bir yüzey optik fonon modunun elektron spektrumuna katkısı deneysel olarak bilinmektedir. Geliştirdiğimiz bu teori, bahsi geçen elektron-optik fonon etkileşimiyle birlikte kullanılarak, Bi_2Se_3 ve Bi_2Te_3 topolojik yalıtkanlarında yakın zamanda deneylerde gözlemlenen yüzey spin anormallikleri açıklanacaktır.

Plazmonik Malzemelerin Doğrusal Ve Doğrusal-Olmayan Özelliklerinin Fano Rezonanslar İle Kontrolü

Mehmet Emre Taşgın

Hacettepe Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, 06800, Ankara
e-posta: metasgin@hacettepe.edu.tr ve metasgin@gmail.com

Metal nano-yapılar (MNY) üzerlerine düşen ışığı birkaç nm boyutlarına hapsederler. Bu küçük bölgedeki, sıcak-nokta, MNY yüzey plazmon salınımları yakın-alan elektromanyetik ışık şiddetini aydınlatan ışığın 10^5 - 10^7 katına kadar çıkartabilirler. Bu sıcak-noktalara atom, molekül, kuantum-noktası, renk-merkezli nano-elmaslar gibi kuantum cisimleri konulduğunda, hapsedilmiş ışık kuantum cisimleri ile çok güçlü şekilde etkileşir. Bu olgu, tek-molekül algılaması, yüzey plazmonları ile güçlendirilmiş Raman spektroskopisi (SERS: surface enhanced Raman spectroscopy), atomik kuvvet mikroskop (AKM) iğnesi ile yapılan yakın-alan optik mikroskopisi (SNOM: scanning near-field optical microscopy) gibi, bilimin her alanında kullanılan, teknikleri mümkün kılar.

MNY'larda sıcak-noktaya konulan kuantum nesneleri ile olan güçlü etkileşim, aynı zamanda, kuantum optikte düşük sıcaklıkta gözlenebilen bazı olguların oda sıcaklığında gözlemlenmesine imkân verir. Kuantum nesnesinin varlığı, MNY'nın tek olan plazmon emilim modunda, spektrumda ayırt edilemeyen, iki tane yol oluşturur. Bu yolların birisi gelen ışığı emerken diğeri ilkinde zıt fazlı olarak yayar: net emilim sıfır olur ve KN frekansında MNY ışığa saydam olarak davranır. Bu olguya Fano rezonans denir. Emilim ve frekans çevrim yollarının bu girişiminin nasıl meydana geldiği çalışmalarımızda çok basit bir şekilde anlatılmaktadır [1].

Emilim/frekans-çevrim yollarının girişimi plazmonik yapıların doğrusal ve doğrusal-olmayan özelliklerinin kontrolü için kullanılabilir. Örneğin, altın yüzeyli AKM iğnesi yardımcı moleküller ile kaplandığında, SERS sinyali 1000 katına çıkartılabilir. Daha önemlisi, bu güçlendirme, Raman molekülünün bulunduğu sıcak-noktadaki ışık şiddeti arttırılmadan (R-molekül ısıtılmadan) yapılabilir [2]. Doğrusal özelliğin kontrolüne örnek olarak ise, aynı AKM iğnesi uygun yardımcı moleküller ile kaplandığında cihaz iğnenin plazmon rezonansları dışarısındaki frekanslarla da çalıştırılabilir. Bu, tek-molekül-boyutlu çözünürlükte SNOM görüntülemesini mümkün kılar [3]. Benzer bir şekilde, dört-dalga karışması (FWM: four-wave mixing) prosesi de güçlendirilebilir [4].

Frekans-çevrim yollarının girişimi ile güçlendirme sadece kuantum nesnesine özel bir olgu değildir. MNY'nın sıcak-noktasına, esas uyarılan moduna, uyarım yaşam-süresi uzun olan karanlık modu destekleyen bir cisim (ör. yine bir MNY) konulduğunda da bahsi geçen olgular gözlemlenebilir. Bu, uzun uyarım yaşam-süreli karanlık mod aynı MNY'ya ait diğer bir mod da olabilmektedir. Bu sunumumda, emilim/frekans-çevrim yollarının girişimi ile plazmonik materyallerin doğrusal/doğrusal-olmayan özelliklerinin, SNOM ve SERS, nasıl kontrol edilebileceğini anlatacağım. Dört-dalga karışması (FWM) prosesi için güçlendirmenin ortaya çıkışını 3-boyutlu Maxwell denklemlerinin tam çözümleri ile göstereceğim.

[1] M. E. Taşgın, A. Bek, S. Postacı, *Fano resonances in the linear and nonlinear plasmonic response*, Chapter 1 in, E. O. Kamenetskii, A. Sadreev, and A. Miroshnichenko (Editors), *Fano resonances in optics and microwaves: Physics and application* (2018), Springer Publishing

[2] Selen Postacı, Bilge Can Yıldız, Alpan Bek, Mehmet Emre Tasgin, *Silent enhancement of SERS signal without increasing the hot spot intensity*, *Nanophotonics* 7, 1687–1695 2018.

[3] Ramazan Sahin*, Mehmet Gunay*, Alpan Bek, Mehmet Emre Tasgin, *Ultra-high resolution aSNOM imaging at off-resonant wavelengths*, arXiv:1807.07863.

[4] Shailendra K. Singh, M. Kurtulus Abak, and Mehmet Emre Tasgin, *Enhancement of Four-Wave Mixing via interference of multiple plasmonic conversion paths*, *Phys. Rev. B* 93, 035410 (2016). arXiv:1507.07734

TEŞEKKÜR: Mehmet Günay

Bose-Einstein fazında itici Casimir etkileri

Ekrem Aydiner

İstanbul Üniversitesi Fizik Bölümü

Casimir kuvvetinin yüksüz-iletken iki metal plaka arasında vakum kuantum salınımlarına bağlı olarak ortaya çıktığı bilinmektedir [1]. Bu nedenle Casimir etkileri çok çeşitli geometriler ve sınır koşulları altında kuantum alan teorisi teknikleri kullanılarak detaylı olarak incelenmiştir [2,3]. Öte yandan, termal salınımlara bağlı olarak bozon gazının kollektif davranışının da vakum orijinli Casimir benzeri etkilere yol açacağı gösterilmiştir [4]. Bose-Einstein yoğunlaşma sıcaklığının altında çekici karakterdeki Casimir kuvveti çeşitli sınır koşulları altında ele alınmış ve problem bu yönüyle de detaylı olarak çalışılmıştır. Casimir enerjisi veya kuvveti sadece teorik açıdan değil aynı zamanda nano ölçekli kuantum makinaların geliştirilmesi açısından da önemli bir araştırma alanıdır. Bu nedenle problem güncelliğini korumaktadır. Çekici karakterdeki Casimir kuvvetlerinin yanısıra itici karakterdeki Casimir kuvvetleri de ilginç özelliklere sahiptir. Bose-Einstein fazında ortaya çıkan itici Casimir kuvvetlerinin özellikle biyolojik sistemler, nano-teknoloji, kompleks ağlar ve kozmoloji gibi alanlarda önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Çekici Casimir kuvvetinin tersine itici Casimir kuvvetleri çok özel koşullar altında gözlenebilir. Ben bu konuşmada Bose-Einstein fazında itici Casimir etkilerinin nasıl ortaya çıkacağı üzerinde duracağım ve elde ettiğim sonuçları kısaca sunacağım [5].

- [1] H. B. G. Casimir. On the attraction between two perfectly conducting plates. Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. 51 793 (1948).
- [2] K. A. Milton. The Casimir Effect (Singapore: World Scientific, 2001).
- [3] M. Bordağ, U. Mohideen and V. M. Mostepanenko. New development in the Casimir effect. Phys Rep. 351 1-205 (2001).
- [4] P. A. Martin and V. A. Zagrebnov. The Casimir effect for the Bose gas in slabs. Europhys. Lett. 73 15 (2006).
- [5] E. Aydiner. Repulsive Casimir force of the harmonically trapped Bose gas in Bose-Einstein condensation. Submitted paper to Journal of Statistical Mechanics. (January 2018).