

ELEKTRON VE POZİTRONLAR İÇİN KRİSTALİÇİ KANALLAR

Bir kristalin simetri düzlemleri boyunca hareket eden yüklü parçacıkların davranışı değişik olur: Tek tek atomlar yerine, çekirdek katmanları ya da zincirleri ile etkileşirler.

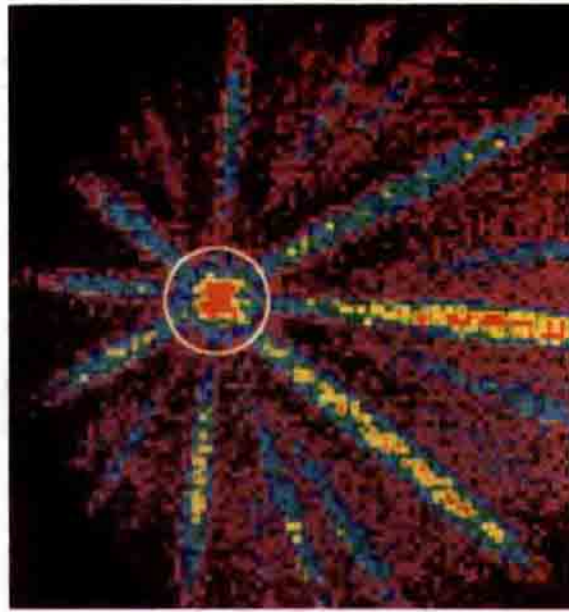
Allan H.SØRENSEN ve Erik UGGERHØJ

Yüklü parçacıklar katı bir cisme çarptıkları zaman, genel olarak az ya da çok gelişigüzel biçimde saçılırlar. Hedef bir kristal ise, dar ve odaklanmış bir parçacık demeti bu hedefe özel bir açı ile çarptığı zaman, tek tek saçılma olayları ortaklaşa bir etki verirler; çünkü parçacıklar, uzun atom zincirleri ya da düzlemlerince yönlendirilirler. Böylece oluşan kanallarla gönderme, parçacığın kristal içine daha fazla girmesini sağlar; bu süreç ayrıca, parçacığın yayınladığı belirtgen ışınımı da ortaya çıkarır; parçacıkla hedef kristalin çekirdekleri arasındaki tepkimeleri ise, ya iyice artırır ya da önler.

Kanallarla gönderme, araştırmacılara, kristal yapısını araştırmak ve ışınımın madde ile etkileşmesini incelemek için yepyeni bir çalışma alanı sunar.

Bir kristale, kristalin simetri eksenlerinden biri boyunca vuran yüklü bir parçacık için, kristaldeki atomlar ipe dizili inciler gibidir. Belirli bir dizideki atomlarla çarpışmalar birbirleriyle sıkıca bağlantılıdır (correlated) dir; parçacık bir atomun ne kadar yakınından geçiyorsa, aynı dizideki komşu atomların da o kadar yakınından geçmelidir. Böylece, dizi, bir bütün olarak davranır; yüklü parçacığı, sanki dizideki atomların kesikli yükleri çizgi boyunca düzgün olarak dağılmış olduğu zamanki gibi saptır. Benzer olarak, kristaldeki atom düzlemleri de, aralarında parçacıkların kapatıldığı düz yapılar gibi davranarak, içinde parçacıkların yol alacağı kanallar oluşturabilirler.

Kanallarla gönderilen parçacıklar, kanallarla gönderilmeyenlere göre, enerjilerini harcamadan kristal içine dört beş kat fazla girerler. Ayrıca, bazı tepkime türleri (hedef kristalin çekirdekleri ile yakın karşılaşma gibi) seçimli olarak önlenmiştir. Karşılıklı itme dolayısıyla, artı yüklü bir parçacık, daha çok, atom dizileri ya da düzlemleri arasındaki "açık" uza ya kapatılmıştır; bu nedenle tepkimeler daha az rastlantısal olur. Eksi yüklü parçacıklar için ise, görünüm



İnce bir germanyum kristalindeki kanalda ilerleyen proton akıntısının, bir simetri eksenini boyunca görünümü. Renkler, ne kadar protonun, kristalden, hangi değişikliklere uğrayarak geçtiğini gösteriyor: Bir eksen boyunca uzanan kanalda ilerleyen protonlar en az (kırmızı); kristal düzlemlerince oluşturulan kanallarda ilerleyenler biraz daha fazla saçılmışlardır. Atom dizilerini ya da düzlemlerini çaprazlamasına geçenler ise, en fazla saçılmaya uğrayarak yollarını değiştirmişlerdir (mavi, erguvan rengi).

hemen hemen terstir: Bunlar başlıca, artı yüklü çekirdek dizileri boyunca gittiklerinden, yakın karşılaşma tepkimelerinin olasılığı altı katına kadar çıkabilir.

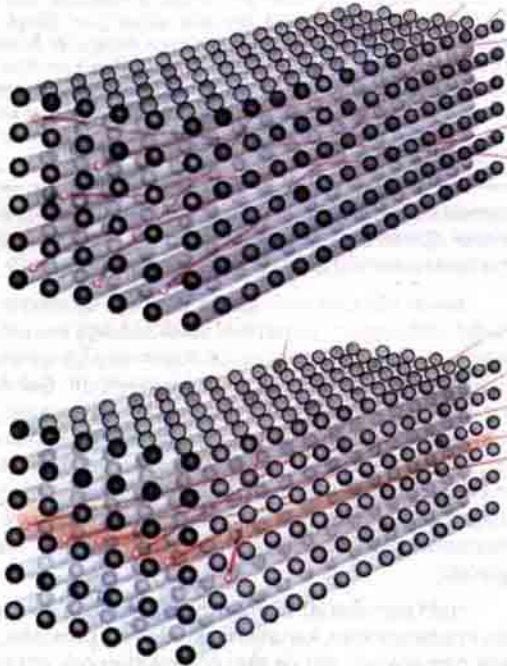
Kanal oluşumunun, girme derinliği ve mermi-hedef etkileşmeleri üzerindeki etkisi oldukça kuvvetlidir; buna karşılık mermi parçacıkların yaydığı ışınım üzerindeki etkisi, belki de daha belirleyicidir. Şekilsiz bir katıdan geçen yüklü parçacıklar, yavaşlarlarken, **yavaşlama ışınımı (bremsstrahlung)** yayınlıyorlar; bu ışınım, parçacığın kendi enerjisi üst sınır olmak üzere, sürekli ve geniş spektrumlu fotonlardan oluşur. Bazı durumlarda, atomlardaki uyarılmış elektronların gibi, keskin yayınlanma çizgileri de görülür.

Hafif parçacıklar ağırlara göre daha çok ışınım yayınladıklarından, kanallarla gönderme, protonlar, alfa parçacıklar, artı ve eksi pilyonlardan çok pozitron ve elektronlar için uygundur. Çünkü yüklü bir parçacığın birim zamanda yayınladığı enerji, onun ivmesinin karesi ile orantılıdır; ivme, uygulanan kuvvet bölü kütle olduğundan, örneğin, elektron ve protona etki eden elektrostatik kuvvetlerin aynı olmasına karşılık, kütle farkı nedeni ile, kanalla gönderilen protonun yayınladığı enerji, elektronun yayınladığından altı büyüklük basamağı daha küçüktür.

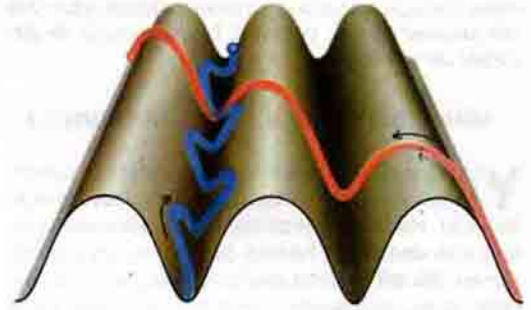
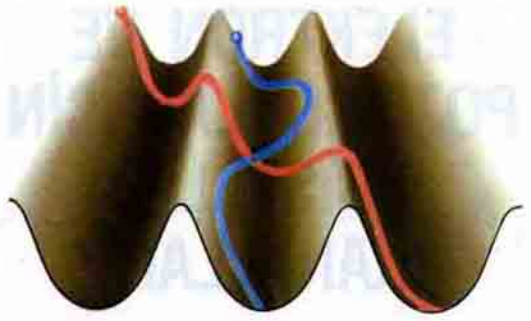
KANAL TÜRLERİ

1. Düzlemsel Kanal : Düzlemsel kanal oluşumunun klâsik fiziksel anlatımında, artı yüklü parçacık, komşu atom düzlemleri arasındaki uzaya karşılık gelen uzun bir olukta aşağı doğru yuvarlanan bir top gibidir. Topun oluk boyunca hareketinde hemen hemen hiç direnç yoktur; oluk topun hareketini enine doğrultuda etkiler. Artı yüklü parçacık, oluğun duvarlarını oluşturan düzlemlerdeki artı yüklü atom çekirdeklerince itilir. Böylece topun enerjisi iki terimden oluşur: Oluk boyunca hareketin kinetik enerjisine karşılık gelen büyük terim ve enine hareketin kinetik enerjisi ile top ve oluk arasındaki etkileşiminin potansiyel enerjisinin toplamından oluşan küçük terim. Top oluğun duvarlarına çarparak yuvarlanırken, topun enine kinetik ve potansiyel enerjisi kendi aralarında değıştokuş edilir.

Mermi parçacığın çekirdeğe en yakın konumu (oluk duvan üzerindeki, topun döndüğü ve aşağı doğru yeniden yuvarlanmaya başladığı nokta), enine enerjiye bağlıdır. Bir çekirdek tepkimesi oluşması için, dönüm noktası çekirdeğe çok yakın olmalıdır. Sürecin verimi, mermi parçacığın yolu ile kristal düzlemi arasındaki maksimum açı küçüldükçe düşer;



Parçacıkların yol aldığı bir kristalîçi kanaldaki atom dizisi ve düzlemleri. Çizgisel kanal oluşumunda (üst), bir kristal eksenine yakın bir açı ile gelen parçacıklar, atom dizileriyle teğet çarpışmalar yöneltir. Düzlemsel kanal oluşumunda (alt) ise, parçacıklar atom düzlemleri ile etkileşirler. Çizimde, kristaldaki çekirdeklerce itilen artı yüklü parçacıkların kanallarda nasıl yol aldıkları gösterilmiştir. Eksi yüklü parçacıkların yol aldığı kanallar ise, çekirdeklere çok yakın olur.



Top-ve-oluk benzerliği, kristal düzlemlerince oluşturulan kanallarda ilerleyen parçacıkların davranışını açıklayabilir. Toplar, ilerleme doğrultusu boyunca dirençle karşılaşmazlar; ancak, enine hareketleri kısıtlanmıştır. Kanalda yol alan parçacık (mavi), kinetik enerjisinin potansiyel enerjiye dönüşmesi ile, oluğun üst kenarına çıkar ve tersinir olayla aşağı iner. Enine enerjisi çok büyük olan parçacıklar, çaprazlama olarak bir kanaldan öbürüne geçebilirler (kırmızı). Artı yüklü parçacıklar için (üst), olukların tabanları düz, yan yüzleri diktir; eksi yüklü parçacıklar için ise (alt), bunun tersi geçerlidir. Artı yüklü parçacıklar için, çekirdekler olukların duvarlarında; eksi yüklüler için ise, olukların diplerinde yer alırlar. Kanal oluşumu, artı yüklü parçacıklarla çekirdekler arasındaki tepkimeleri önlerken, eksi yüklülerle çekirdekler arasındaki tepkimeleri ise artırır.

açının bir kritik değerinin altında, hemen hemen hiç tepkime oluşmaz. Bir tungsten kristali üzerine gönderilen bir milyon elektronvolt (MeV) enerjili protonlar için kritik açı yaklaşık $0,4^\circ$ 'dir; bir silikon kristali üzerine gönderilen protonlar için ise, $0,2^\circ$ 'dir. Daha küçük geliş açılarında, hemen hemen tüm protonlar için kanal oluşur; daha büyük açılarda ise, şekilsiz bir katıdan geçiyormuş gibi davranırlar.

2. Çizgisel Kanal : Çizgisel kanal oluşumunda, oluklardaki hareket türü anlatım uygulanamaz. Parçacık bir kristal eksenini boyunca ilerlerken, enine hareket tek doğrultuda değil, ilerleme doğrultusuna dik iki doğrultuda gelişir. Mermi parçacık ile atom dizisi arasındaki etkileşme, mermi ile atom düzlemi arasındaki etkileşmeden genel olarak daha kuvvetli olduğundan, belirli bir kristal için, çizgisel kanal oluşumu kritik açısı, düzlemsel kanal oluşumu kritik açı-

FOTOĞRAFIN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Yılanmış bir kayanın yüzeyini andıran geçen sayıda yayınladığımız fotoğraf, bakteriler tarafından saldırıya uğramış bir dişin, mikroskop altında, sekiz kez büyütülmüş görüntüsüdür.



Bu sayıda da üstteki fotoğrafı ilginize sunuyoruz. Bakalım bilebilecek misiniz?



sının yaklaşık üç katı kadardır: Tungstende $1,6^\circ$ ve silikonda $0,6^\circ$.

Eksi yüklü parçacıklar için ise, görünüm terstir. Atom çekirdekleri ile gelen mermi parçacıkları arasındaki kuvvet artık, itici değil çekicidir. Düzlemsel kanal olayındaki oluklar başaşağı gelmiştir; atom düzlemleri arasındaki uzaya karşılık gelen geniş oluklar yerine, atom düzlemlerine karşılık gelen keskin çukurlar oluşmuştur. Parçacık, enine enerjisi az olduğu için, hedef çekirdeğin yakınında kalmaya zon-

landığından, yakın karşılaşma gerektiren tepkimeler, artı yüklü parçacıklardaki durumun tersine olarak, yok olmayıp, artarlar.

Kristaliçi kanal oluşumunun kuantum mekaniğin anlatımını, görelilik kuramı inceliklerini ve bazı uygulamalarını ise, dergimizin gelecek sayısında ele alacağız.

Scientific American'dan çev.:
Yrd.Doç.Dr.Hanaslı GÜR

MITOKONDRİLER: YAŞLANMANIN BAŞLICA NEDENİ

Hücrelerimizin küçük fabrikaları olarak, kanın oksijenini kullanma yolu ile, organizmamıza enerji sağlayan mitokondrilerin, yaşlanmanın başlıca nedeni olduğu sanılıyor. Avustralyalı ve Japon araştırmacılar tarafından oluşan bir grubun çalışmalarına göre, hücrelerimizdeki bu organcıkların DNA'ları, hücrelerin kendi DNA'larından daha kolay kırılır olduklarından, onarılamaz sayısız başkalaşıma uğrarlar. Zamanla hatalar birikerek, mitokondriler gitgide oksijen kullanma yeteneklerini yitirirler ve gitgide daha az etkili olurlar. En basit kastan beyne kadar tüm organlar zarar görüp, hücreleri yıkıma doğru giderek, organların kendileri de yeteneklerini yitirmeye başlarlar. Başka bir Avustralyalı grubun gerçekleştirdiği bir klinik araştırma da, bu kuramı desteklemektedir. 18-82 yaş



Bir terlikli hayvanın mitokondrisi.

arası 29 insanın kas hücrelerinden alınan parçaların incelenmesi, yaşlanan mitokondrilerin daha az enerji ürettiklerini göstermiştir. Örneğin, 75 yaştan büyük insanların mitokondrileri, 40 yaştan küçüklerinkilerin ürettiği enerjinin ancak yansını üretebilmektedir. Bu araştırmacılar, bir yandan da, bu bozulmayı önleyecek ve organ yetmezliğini giderecek kimyasal ilaçlar elde etmeye çalışıyorlar. Amaç, hep genç kalmak...

Sciences et Avenir'den çev.:
Yrd.Doç.Dr. Hanaslı GÜR