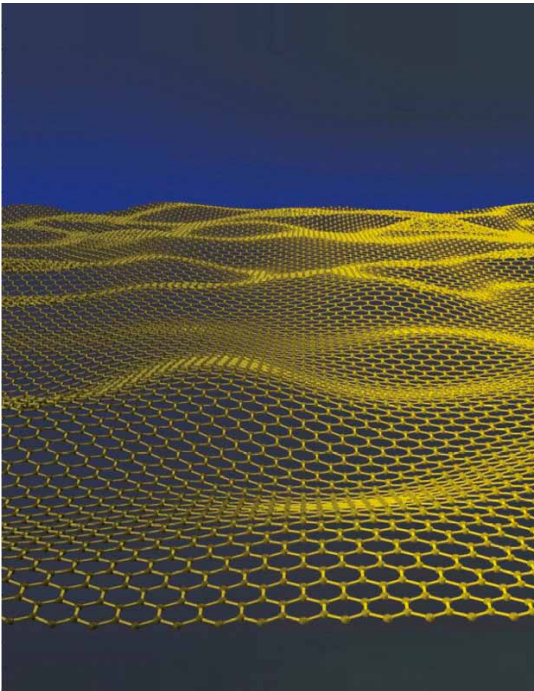


Grafen Higgs Karşılaştırması

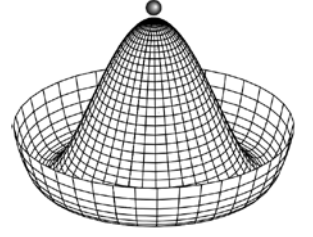
Grafenin Higgs ile ne ilgisi olabilir? İlki karbon atomlarından oluşmuş, bir atom kalınlığında olduğu için iki boyutlu kabul edilen bir malzeme, ikincisi vakumu doldurduğu ve atomaltı parçacıklarla etkileşerek onlara kütle verdiği düşünülen atomaltı bir parçacık.

Biri katı hal fiziğinin konusu, diğeri parçacık fiziğinin. Çalışma alanları ve hedefleri farklı bu iki fizik dalı arasındaki benzerlikler uzun yıllardır biliniyor. Her iki dala ait bazı kuramlar benzerlik gösteriyor. Higgs bozonu ve mekanizması, katı hal fiziğindeki Bose-Einstein yoğunlaşmasından esinlenilerek ortaya atılmış. Aşırı soğutulmuş bir metaldeki elektronlar fononlarla (mekanik titreşimin enerji paketleri) etkileşiyor ve sonuçta elektronlar metal içinde çiftler çiftler hareket etmeye başlıyor. Her bir elektron birer fermiyon iken (spini yarım tamsayı parçacık) birlikte bir bozon (spini tam sayılı parçacık) gibi davranıyor. Bozonlar, fermiyonlardan farklı olarak aynı kuantum seviyesinde topluca bulunabiliyor. Metal çok soğutulduğu için elektron çiftleri topluca en düşük enerjili kuantum seviyesini dolduruyor. Yani bozonlar bir tek kuantum seviyesinde yoğunlaşıyor. Higgs bozonlarının da vakumu (uzayın en düşük enerjili kuantum durumu) bu şekilde doldurduğu öne sürülüyor.



Madrid Malzeme Bilimleri Enstitüsü'nden Pablo San-Jose, Francisco Guinea ve Jose Gonzalez ise bu yıl Physical Review Letters' da yayımladıkları makalede 2010 yılının fizik Nobel Ödülü konusu olan grafen ile Higgs'i karşılaştırıyor. Grafen bir zar gibi ince olmasına rağmen kristal yapıda olduğu için hayli sağlam. Aynı zamanda grafen zarı diğer ince zarlar gibi titreşiyor ve üzerinde dalgalar oluşuyor. Bu dalgaların grafenin benzersiz elektrik özelliklerinde rol oynadığı düşünülüyor. Söz konusu çalışmayı yapan araştırmacılar ise grafen zarının potansiyelinin vakumu dolduran Higgs alanının potansiyeline olan benzerliğinden yola çıkarak, grafenin Higgs'i anlamamıza yardımcı olabileceğini belirtiyor.

Her iki potansiyel de üstü dar ve uzun, altı geniş bir Meksika şapkası şekliyle temsil ediliyor. Tepesinde bir top bulunan şekle hangi açıdan bakılırsa bakılsın aynı görünür. Ancak bu simetri, topun ufak bir etki sonucu aşağıya kaymasıyla bozulur. Grafen zarın düz olduğu durum simetrik, gerilince dalgalanması ise simetrik olmayan duruma karşılık geliyor. Potansiyelin şeklindeki negatif eğrilik (şapkanın tepe noktasındaki kavis) "kendiliğinden simetri kırılması" olarak adlandırılan simetri bozulmasının habercisi. Higgs alanında da benzer davranışı görüyoruz. Simetrinin bozulması Higgs bozonlarının bir kuantum seviyesine yoğunlaşmasıyla sonuçlanıyor. Evrenimiz bir zamanlar Higgs alan simetrisinin bozulmadığı bir yermiş. Pratik uygulamalarının çokluğuyla bilinen grafen maddesinin evrenin uzak tarihine ışık tutabilmesi, uzay-zamanın grafen zarıyla ilişkilendirilmesi gerçekten ilginç. Ancak bu çalışmanın parçacık fiziğini, 1960'larda katı hal fiziğindeki bazı kavramları nükleer beta ışınmasına uygulayan Yoichiro Nambu ya da birleşik alan kuramlarıyla bilinen Weinberg, Glashow ve Salam kadar etkilemesi beklenmiyor. Nihayetinde bu çalışma, grafeni olası birçok Higgs senaryosundan biriyle ilişkilendiriyor. Yine de Higgs alanını kavrama da bu benzetme işe yarayabilir. Gözde canlandırılması zor olan Higgs alanını betimlemek için bundan sonra Meksika şapkası örneğinin yanı sıra grafen zarını da kullanabiliriz.



Kaynaklar
<http://physicsworld.com/cws/article/news/44994>
 San-Jose P, Gonzalez J, Guinea F, Electron-Induced Rippling in Graphene, Physics Review Letters, Cilt 106, Ocak 2011