

Einstein'ın Mucizevi Yılı

Yazan: Doris R. Kimbrough, Chemmatters , Aralık 2005

Derleyen: İlhan Aslan, Ekim 2017

2005 yılı yaklaşırken, gazeteler, dergiler, MTV ve VH1 yılın en iyi müzik grubunu, en iyi müzik videolarını, en kötü filmleri ve en garip yeni moda trendlerini yansıtırken, biz 1905 yılına yani 100 yıl geriye döneceğiz.(Hayal aleminde arp müziği çalın ve puslu geçmişe dalın ...). 1905 yılıydı ve ondan iki yıl önce, Wright kardeşler Kuzey Carolina'da ilk uçağı uçurmuştu. Geçen yıl, New York metro sistemi ilk yolcularını almıştı. Birinci Dünya Savaşının olmasına dokuz yıl daha vardı, ve kadınlar 15 yıldan fazla bir süre daha, Birleşik Devletlerde, oy verme hakkına sahip olamayacaklardı. Buzlu şeker (Popsicle) 11 yaşındaki Frank Epperson tarafından icat edilmişti ve Albert Einstein adlı genç bir fizikçi gelecek onlarca yıl boyunca bilim dünyasını sarsacak üç makale yazmış ve yayımlamıştı.

1905 yılına gelindiğinde, birçok insan fizik dünyası kurallarının kapsamlı olarak incelenmiş, açıklanmış ve anlaşıldığını düşünüyordu. 200 yıl önce, Sir Isaac Newton çeşitli kuvvet ve hareket yasalarını matematiksel olarak tanımlamak için bir hesap yöntemi oluşturmuştu. Ancak, henüz tam olarak anlaşılammış birkaç sinir bozucu problem vardı. Bu sorunlardan biri fotoelektrik etkiydi. 1905'te bilim adamları bu etkiyi gözlemlemiş, ancak kimse bunu açıklayamamıştı. Bu durum, Newton'un hareket yasalarına aykırı görünüyordu. Bir başka tartışmalı alan da, maddenin en temel düzeyde yapısıydı. 1905 yılına gelindiğinde, atomların

varlığı belirlenmiş ve kabul edilmişti, ancak atomların yapısı ve yapısının ayrıntıları kesinlikle iyi anlaşılmamıştı.

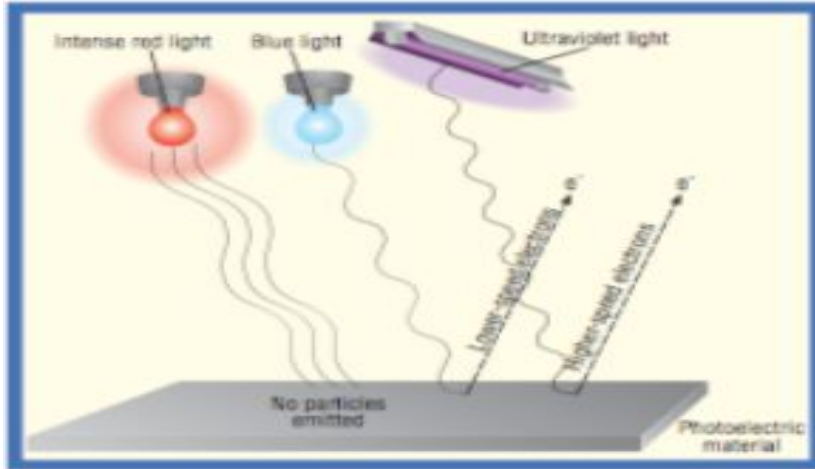
Einstein'ın ele aldığı üçüncü alan, nihai olarak nükleer enerjiden kara deliklere kadar birçok bilim sırrının anlaşılmasını sağlayacak, görelilik (rölative) teorisine yol açan uzay-zaman sürekliliği idi.

Fotoelektrik etki

Heinrich Hertz, 1887'de fotoelektrik etkiyi ilk kez tanımlamıştı. Fotoelektrik bir metal yüzeye ışık vurmanız sonucu elektronların ortaya çıkmasıyla oluşur. Fotoelektrik etki, süpermarketinizin otomatik kapı açıcıları, hareket dedektörleri ve gece görüş gözlüğü gibi birçok modern uygulamada kullanılır ve uygulamaları güneş enerjisi ile çalışan hesap makinelerine ve arkadaşınızın televizyonuna kadar uzanır.

Bilim insanları, "ışığı", yalnızca gece odanızı bir ampulle aydınlatan şeyden çok daha fazlası ile tarif ederler. Işık bilim adamları için, size yerel bir radyo istasyonundan en son hit müzikleri getiren radyo dalgalarını, patlamış mısırınızı pişiren mikrodalgalarını, sıcak bir yaz gününde sizi terleten kızıl ötesi dalgaları, güneş kremi sürmeyi unuttuğunuzda sizi yakan ultraviyole ışınları ve doktorunuzun "Hayır kırılmamış sadece kötü bir burkulma" teşhisini yapabilmesi için kullandığı x-ışınlarını, kapsamına alır. Newton'un belirlediği yasalara göre, fotoelektrik etki oluşması için o metalin yüzeyinde parlayan ışık türünün önemi olmamalıdır; önemli olan yalnızca ışığın ne kadar yoğun olduğudur. Newton yasalarının öngörüsüne göre, ışık ne kadar yoğun olursa elektronların metal yüzeyden atılma şansı da o kadar yüksek olacaktır.

Sorun, tüm deneylerin, elektron atılımından, yoğunluğun değil, ışık frekansının (yani, rengin) sorumlu olduğunu işaret etmesi idi. Diyelim ki, fotoelektrik etkiyi inceleyen 19. yüzyıl fizikçisiniz. İşte yapmış olabileceğiniz deney ve keşfedebileceğiniz şey.



RESİM :

Burada gösterilen fotoelektrik yüzey için yoğun, parlak kırmızı ışık yüzeyden elektron çıkarmaz. Ancak mavi ışık frekanslarında ve daha yüksek frekanslar olduğunda, elektronlar çok daha yüksek hızlarda yayılırlar.

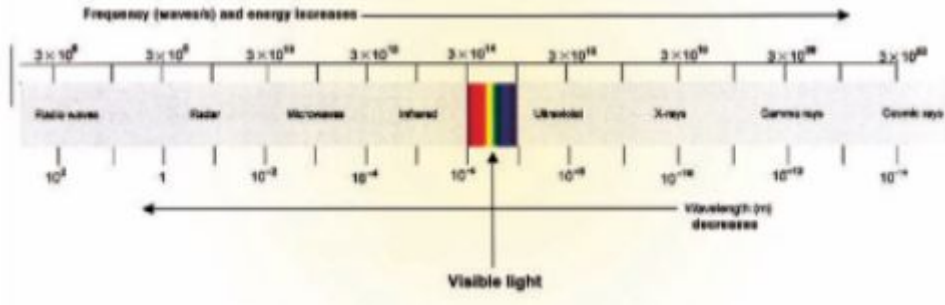
Not - farklı malzemeler, düşük frekanslı ışıkla vurulduğunda fotoelektrik etkiyi gösterirler (kızılötesi sensörlerdeki malzemeler gibi).

Temiz bir metal yüzeyiniz var ve üzerinde bir ışık demeti parlıyor. Elektronların bu yüzeyden çıkıp çıkmadığını ölçebilen bir cihazınız var, ona elektron ölçüm cihazı (EMD) diyoruz. Deneyinizi, metal yüzeyine düşük frekanslı kızıl ötesi ışık vererek başlayın; hiçbir şey olmayacaktır. Yoğunluğu artırırsanız hiçbir şey olmaz; yoğunluğu ne kadar artırırsanız arttırın, EMD sizinle alay edercesine sabit kalacaktır. Denemek için başka bir şey arar ve yoğunluğu değiştirmeden frekansı dikkatli bir şekilde artırmaya karar verirsiniz, hala hiçbir şey olmaz. Frekansı biraz daha da artırıyorsunuz, böylece görünür bölgeye geçiyorsunuz. Hala hiçbir şey olmuyor-bu gerçekten sıkıcı olmaya başlıyor. Sıkıldınız ve frekansı arttırmaya devam ediyorsunuz. Birdenbire, EMD deliriyor! Durun, metalden çıkan elektronlar sizi ağız açık yakaladı, bu yüzden canlanır ve bir şeylerin gerçekten olduğundan emin olmak için frekansı biraz düşürürsünüz ve EMD sessizleşir. Frekansı yukarı çıkartın, EMD yine delirir. Kapat, EMD kapanıyor. Bu eğlenceli bir şey: frekans yukarı, EMD-canlanır; frekans aşağı, EMD sessiz. Tüm kargaşaların başladığı sıklığı dikkatlice yazarsınız. Bu frekans, fotoelektrik etki için eşik frekansı olarak adlandırılır.

Diğer metallerle başka deneyler de yaparsınız ve diğer metallerin aynı şekilde davrandıklarını keşfedersiniz, ancak her metal türünün kendi benzersiz eşik frekansına sahip olduğunu keşfedersiniz. Eğer frekansı bu eşik değerin üzerine çıkarmaya devam ederseniz elektronlar metal yüzeyden daha hızlı bir şekilde çıktığını tespit edersiniz. Hımm ... bu Newton'un kanunlarının tahmin ettiği şey değil !!. Bulduğunuz diğer şaşırtıcı şey ise, ışığın yoğunluğunun bir etkisi olduğudur, ancak bu durum Newton'un yasaları tarafından öngörülmeleyen bir etkiye sahiptir. Yüksek yoğunluklu ışık, daha fazla elektronun dışarı atılmasına neden olur ve düşük yoğunluklu ışık, eşik frekansının üstünde olduğunuz sürece daha az elektron anlamına gelir.

Işık frekansının, yoğunluğun değil, elektronların metali terk etmesine neden olduğunu ve yüksek frekanstaki elektronların daha hızlıca metalden ayrılmayı sağladığını keşfettiniz. Işık yoğunluğunun arttırılması, gittikçe daha fazla sayıda elektronun metalden ayrılmasını sağlar. Newton'un yasalarını çok dikkatle inceledikten sonra, sen ve diğer 19. ve 20. yüzyılın başlarındaki bilim insanları çok şaşkın durumda olacaksınız çünkü bu hiç mantıklı değildir!!

Süper fizikçi genç Albert Einstein'a katılın! Onun 1905 yılının Mart ayında yayınlanan ilk çalışması fotoelektrik etkinin açıklanması üzerine olmuştur. Einstein, ışık madde ile etkileşime girdiğinde, ışığı bir dalga olarak düşünmenin işe yaramadığı önermesini yapmıştır. Bunun yerine, ışığı elektronla etkileşime girebilecek küçük bir enerji paketli, parçacık akışı olarak düşünmemizi önermiştir. Einstein, frekans belirli bir değer (eşik frekansı) veya üzerinde olduğu takdirde, bu küçük enerji paketinin (daha sonra bu **foton** olarak adlandırılmıştır) elektronu metalden çıkarmak için yeterli enerjiye sahip olduğunu, açıklamıştır. Eğer frekans eşik frekansın altında ise elektron çıkışı olmayacaktır. Einstein, frekansı eşik frekansının üzerine çıkardığımızda, elektrona ilave enerji aktarıldığını ve bunun sonucunda elektron dışarı atılırken çok daha hızlı hareket ettiği, önermesinde bulunmuştur. Ayrıca Einstein, yoğunluğun artması (daha fazla elektron) etkisini de açıklamıştır. O yoğunluğun bu küçük foton enerji paketlerinin sayısı ile aynı olduğunu ileri sürmüştür. Işığın yoğunluğunu arttırmak daha fazla foton anlamına gelecektir ve böylece metalden daha fazla elektron atılımı gerçekleşecektir.



Einstein'nin fotoelektrik etki açıklaması, birkaç yıl önce Max Planck tarafından önerilmiş radikal bir fikir olan, ışık farklı frekanslarda farklı enerjilere sahiptir, fikrine dayanıyordu. Bu açıklama, atom teorisinde güçlü bir temel oluşturmuş günümüz bilim insanları ve bilim öğrencileri için bariz ve mantıklı görünmektedir. Ancak, 1905 yılında, bilim dünyasında bu son derece devrimci bir durumdu ve bilim adamları onun açıklamalarını ispatlamak ya da çürütmek için , ateşli bir deneysel faaliyetlere giriştiler. Sonuçta, Einstein'ın açıklamaları zaferle sonuçlandı ve bu çabaları sonucunda o Nobel Ödülünü kazandı.

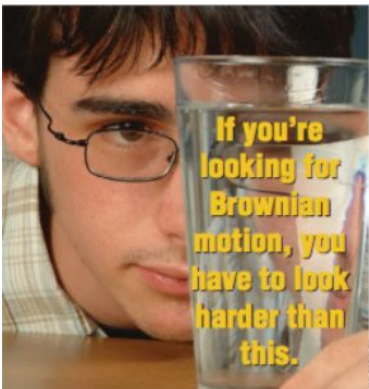
Atom Teorisi

1905 yılına kadar, bir takım bilim adamları atomların ve moleküllerin var olma olasılığını düşünmüşlerdi, ancak var oldukları yönünde doğrudan bir delil mevcut değildi. Bu eksik kanıt, hala atomların varlığına inanmayan önemli sayıda bilim adamının olduğu anlamına geliyordu. Bu, tüm maddenin atomlardan oluştuğu düşüncesiyle büyümüş olan bizler için imkansız görünebilir, ancak bilim adamları o şekilde tuhaftır: ikna edilmek için kanıtlara ihtiyaç duyarlar.

Atom fikrinin hayranlarından bazıları, atomun varlığını, bir sıvıda asılı polen parçacıklarının rastgele hareketlerini gözlemleyen botanikçi Robert Brown tarafından ilk kez 1828'de tanımlanan Brown hareketi ile açıklayabileceğini düşündü. Atom ve moleküllere inananlar, sıvıların içindeki parçacıkların Brown hareketinin, trilyonlarca molekülün bu parçacıklarla çarpışması yoluyla açıklanabileceğini öne sürdü.

Einstein, atomların gözlemlenemeyecek kadar küçük olmasına rağmen, Brown'un poleni gibi daha büyük nesnelere üzerindeki etkilerinin onun varlığının fiziksel bir kanıtı olabileceğini düşünüyordu. Einstein toz parçacıklarının sudaki hareketini mikroskop altında inceleyip analiz etti ve dikkatli hesaplamalar yaparak bir atomun boyutlarını hesapladı! Brown hareketi ile ilgili diğer makaleleri yayımlamaya devam etti ve çalışmalarını diğer deneysel kanıtlarla birleştirildi ve bu da sonuçta en inatçı inananlar tarafından bile atom teorisinin kabulüne yol açtı.

Resim: Eğer Brown hareketine bakıyorsanız, bundan daha dikkatli bakmalısınız.



Einstein'ın özel görelilik (rölativite) teorisi

Işık ve maddenin mikroskobik yapısı ile gözlemlenebilir özellikleri arasında fotovoltajik etkinin ve Brown hareketinin yeni bağlantılar oluşturduğunun açıklanması yapılmış oldu. Einstein'ın görelilik teorisini açıklayan son makale, fizikçilerin fizik dünyasının doğasına ilişkin inançlarını temelden sarstı ve hatta günümüzde bile bu makale çok şaşırtıcı kalmaktadır. Hatta bunu anlamaya çalışmak için, ışığın davranışını tekrar gözden geçirmemiz gerekmektedir. Kimya sınıfınızın derse ne kadar daha süre dayanabileceğini görmek için sınıfınızın duvarındaki saate baktığınızda saati görmenizi sağlayan şey, saatten gözünüze gelen ışıktır, öyle ki sonrasında saatin görüntüsü gözünüze ve beyninize kaydedilir. Işığın saatten size ulaşması için bir yol katetmesi gerekmektedir, bu nedenle gördüğünüz gerçek saat, saatin bir zaman bölümü önceki halini göstermektedir. Bu, yeterince tuhaf değilse, birde, ön sırada görülen zaman, arka sıradaki öğrencilerin göreceği zamandan daha erken olacaktır; çünkü ışığın arka sıraya geçmesi biraz daha uzun sürecektir. Zaman içindeki bu farklılıklar algılanamayacak kadar küçük olmasına rağmen teknik olarak saatin ne kadar yakınına gelmiş olursanız olun, saatin gerçek zamanını göremeyeceksiniz.



Resim:

Işık maddeden saniyede 300.000.000 metre'den daha az bir hızda geçer ve diğer maddelerin verilen ortamda ışık hızını geçme potansiyeli vardır ancak hiç bir madde vakum ortamında ışık hızından daha yüksek hıza ulaşamaz.

Şimdi o sınıftaki saatten uzakta, ışık hızında ilerleyen bir uzay gemisindesinmiş gibi yapalım. Şu andaki saatinizdeki ışık sizi asla yakalayamaz (çünkü siz ve ışık aynı hızda seyahat etmektesiniz ve ilk önce siz yola çıktığınızdan), bu nedenle ışık hızı yolculuğunda seyahat ederken saatiniz durmuş gibi görünecektir. Uzay geminizde sadece bir kişi için yeterli yer vardır, bu nedenle diğer öğrencileriniz saat ile sınıfta kalmışlardır. Gerçek zamanı tutmak için sınıftaki saati izlemekteler, saat sana durmuş görünüyor olsa da sınıfta ders bitişe yaklaşmaktadır. Sizin kafanızda daha da fazla karışıklık yaratmak için, uzay gemisinde taktığınız kol saatine bakarsanız, sizinle birlikte seyrettiği için neşeli bir şekilde ilerlemeye devam ediyor olacaktır. Işık hızlı maceranızdan sonra sınıfa döndüğünüzde bu saat olayı daha da esrarengizleşecektir. Kolunuzdaki saat ve duvar saati kalkıştan önce mükemmel bir şekilde eş zamanlı ayarlı olsa bile, kol saatiniz artık duvar saatinin önünde bir zaman okuyacaktır. Einstein, zamanın (ve mesafenin ve maddenin ve enerjinin) referans noktanıza göre göreceli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Einstein, bir vakum ortamında ışık hızının sabit ve ışığın evrendeki en hızlı hız olarak hareket ettiği kabulüyle başladı. Bu, Newton'un yasalarıyla çelişiyordu; bu yasalar,

hızlanmaya devam ederseniz hızınızın artmaya devam edeceğinizi söylüyordu. Einstein'ın ışığın evrensel hız limiti olduğu varsayımı, görelilik teorisinin daha acayıplıklarının açığa çıkmasına yol açar. Onun sonuçları, 100 yıllık deneysel kanıtlarla desteklenmektedir.

Einstein'ın çalışması, ışık hızına yaklaştıkça, ölçüm cihazlarımızın (örneğin saatler ve cetvellerin) referans noktasına göre sapması gibi zaman ve mekanın sıkıştığını-kıaldığını gösterdi. Böylece, zaman ve mekan, aynı nesne için "göreceli" hallerdir.



RESİM:

Işık hızından daha mı hızlı! Bu reaktörün mavi ışıltısı Cherenkov radyasyonundan kaynaklanıyor. Bu radyasyon, elektronlar reaktör suyundan ışıktan daha hızlı geçtiğinde yayılır (Işık, suda yaklaşık% 25 daha yavaş ilerler). (Işık boşlukta 299,792,458 m/s (saniyede yaklaşık 300,000 kilometre) hızla ilerler. Bu hız bir fiziksel sabit olarak c ile ifade edilir ve c hızının aşılması mümkün değildir. Ancak hava, su, veya içinden geçebildiği daha yoğun maddeler içerisinde ışığın hızı yavaşlar. Bu durumda bir maddenin içerisinde -c hızını aşmamak koşuluyla- ışıktan daha hızlı giden parçacıklar bulunabilir.)

Einstein, bu üç konunun her birinden daha kapsamlı bir şekilde çalışmaya ve yazmaya devam etti. Onun özel görelilik teorisi, yer çekimi gibi evrenin davranışının diğer yönlerini birleştiren ve kara deliklerin tahminine ve evrenin kökeni Big Bang teorisine yol açan genel bir görelilik teorisinin oluşmasına neden oldu. Diğer bir çalışma olan Brown hareketi alanındaki çalışmalarında atom teorisi ve moleküllerin varlığı kesinleşti ve ışığın davranışına ve fotoelektrik etkisine ilişkin açıklamaları, atomun kuantum mekanik modelinin temelini oluşturmasına aracı oldu. Yani 1905, genç Albert Einstein için sadece bir başlangıç rampasıydı, ama ne muhteşem bir fırlayış !