



MIT Açık Ders malzemeleri

<http://ocw.mit.edu>

8.01 Fizik I: Klasik Mekanik, Güz 1999

Bu materyallerden alıntı yapmak veya kullanım şartları hakkında bilgi almak için

<http://ocw.mit.edu/terms> ve <http://www.acikders.org.tr> sitesini ziyaret ediniz.

MIT Açık Ders malzemeleri

<http://ocw.mit.edu>

8.01 Fizik I: Klasik Mekanik, Güz 1999

Transkript – Ders 35

Bugün sizlerle MIT'deki ilk günlerim ve burada yaptığım araştırma hakkında konuşmak istiyorum. Bu uzun zaman önceydi.

Hollanda'da nükleer fizikte doktora derecemi aldım ve yaklaşık 34 yıl önce, 1966'nın ocak ayında MIT'e geldim.

Ve düşüncem burada post doktora pozisyonunda 1 yıl kalmaktı. Fakat MIT'yi, o kadar çok sevdim ki asla ayrılmadım ve bundan pişmanlık duymadım.

Burada Profesör Rossi'nin x- ışını astronomi grubuna katıldım.

Şimdi, x-ışını astronomisinin dünya atmosferinin üstünde ya da en azından dünya atmosferinin üst kısımlarına yakın yerlerde yapılması gerekir. Çünkü x-ışınları, yerde yapılabilen optik ve radyo astronomisinin aksine hava tarafından soğurulur.

Bizim ölçtüğümüz x-ışını türü, sizin dişçinizin bir röntgen çektiği zaman kullandığından farklı değildir.

Bu x- ışınlarının enerji aralıkları, bir ile otuz- kırk keV arasındadır. Ve eğer 1 keV' un ne olduğunu bilmiyorsanız, sorun değil. Fakat bir x-ışının enerjisini asla joule biriminde ifade edemezsiniz. Çünkü bu değer çok komik bir şekilde küçüktür.

2. dünya savaşı boyunca, Hitlerin Almanya'sında, Werner Von Braun yıkıcı savaş amaçları için V-2 roketlerini geliştirdi.

Bu roket Peenemuende'de geliştirildi, ve savaş sonrasında, Amerikalılar bu V-2 roketlerini bilimsel amaçlar için kullandılar; ve güneşten gelen x-ışınlarını araştırmak için ilk roket uçuşları 1948 yılında yapıldı. Ve x-ışınlarının güneşten geldiği bulundu.

Bu oldukça şaşırtıcıydı.

Güneşin yayınladığı X ışını gücünün, ki bu enerji bölü saniyedir, neredeyse Güneşin tüm ışımasını oluşturan optik güce oranı, yaklaşık olarak 10 üzeri eksi 7 dir. O halde güneşten yayınlanan enerjinin 10 milyonda biri X-ışınlarıdır.

Enerji bakımından, bu oldukça küçüktür. Bir hayli de çeşitlilik gösterir.

Fakat gerçekten çok küçüktür.

1962 yılında Cambridge' de, aralarında MIT'de profesör olan Bruno Rossi ve yolun karşısında Amerikan Bilim ve Mühendisliğinde çalışan Riccardo Giacconi ve Herb Gursky nin de aralarında bulunduğu bilim adamları, bizim güneş sistemimizin dışındaki cisimlerden yayınlanan X-ışınlarını, keşfedip keşfedemeyeceklerini görmek için bir deney yaptılar.

Başarılı olma ihtimalleri çok düşüktü, nedeni çok basit.

Eğer Güneşi alır ve tipik olarak 10 ila 100 ışık yılı uzaklıkta olan en yakın yıldızla götürürseniz, X-ışınlarını görmek için hiç şansınız olmayacaktır.

Gerçekten, o günlerde, detektörlerin hassasiyeti oldukça küçüktü, en azından 9 mertebe büyüklüğünde, yani milyarda bir.

Herkesin şaşkınlığını, evet herkesin mutlu şaşkınlığını söylemeliyim.

Başardılar ve onlar, daha sonra Sco X-1 diye adlandırılan bir cisimi keşfettiler.

Bu akrep takım yıldızındadır ve "X", x-ışınlarını ve "1" ise bu takım yıldızındaki ilk x-ışını kaynağını temsil eder.

Bu kaynağın toplam güç üretimi, güneşinkinden 10000 kat daha fazladır.

Bu kaynağı özel yapmaz. Çünkü gökyüzünde bizim Güneşimizden çok daha fazla enerji yayan birçok yıldız var. Fakat Sco X-1 i özel kılan, onun X-ışını gücünün optik gücüne oranının yaklaşık 1000 katı olmasıdır.

Başka bir deyişle, X- ışınları baskın enerji kaynağıdır ve optik ışınlar ise bir çeşit yan üründür. Halbuki Güneşte, optik ışınlar ana etmenlerdir, X-ışınları ise bir tür yan üründür.

Ve o günlerde 64 dolarlık soru, bu cisimlerin ne olabileceği idi. Onlar güneşten çok farklı olmalıydı ve bu sizlerle tartışmak istediğim şey.

1966'da MIT'e geldiğim zaman, gökyüzünde bu x-ışını kaynaklarından yaklaşık 6 tane biliniyordu. Bugün bilinen yüzlerce var, o zamanlarda 6 tane vardı.

Ve onlar roket uçuşlarında keşfedildi.

Bu roketler tipik olarak White Sands'dan fırlatılıyordu ve dünya atmosferinin üzerinde yaklaşık 5 dakika kalıyorlardı.

Ve bu 5 dakika boyunca gökyüzünü tarayarak 6 kaynak keşfedildi.

Burada, halen MIT'de profesör olan Profesör George Clark'ın grubuna katıldım.

O, çok yüksekten uçan balonlardan yapılan gözlemler üzerine çalışıyordu.

Bu yüzden bir teleskop yaptık ve onu bir balonun üzerinde yükselttik ve o dünya atmosferinin üst tabakalarına çıktı.

Bu, tamamen dünya atmosferinin dışına çıkan bir roket uçuşu kadar iyi değildir. Fakat balondaki uçuşlar 5 dakikalık roket uçuşlarından çok daha uzun sürebilir.

Saatlerce, hatta eğer şanslıysak günlerce uçurabilirdik. Fakat bunun için ödenen bedel, üzerimizde çok az bir atmosfer kalmasına rağmen, yaklaşık % 0.3 lük bir atmosfer kalmasına rağmen, bunun hala soğurmaya sebep olması idi. Bundan dolayı roket uçuşları X ışınlarını yakalarken, bizler X-ışınlarını yakalayamadık.

Fakat biz saatlerce uçuşma avantajına sahiptik. Bunu sizleri o günlerde neler olduğu hakkında bilgilendirmek için anlatıyorum.

Bunun üzerinde birçok lisansüstü ve lisans öğrencisi ile çalıştım.

O günlerde bir teleskopu yapmanın fiyatı tipik olarak bir milyon dolardı ve onu yapmak yaklaşık 2 yılımızı alırdı.

Fırlatmaya ihtiyaç duyduğumuz balonlar o günlerde yaklaşık 100.000 dolar ve balonu yukarı kaldırmak için ihtiyaç duyduğumuz helyum 80.000 dolar ve balonun taşıdığı yük ve bizim teleskobun ağırlığı yaklaşık 1000 kilogramdı.

Bu balonlar 140000 feet yüksekliklerdi ve çok büyüktüler. Bir taraftan öbür tarafa, yaklaşık 500 feet idiler. Birazdan onların resimlerini sizlere göstereceğim.

Başarı garantisi olmayan riskli bir işti. Balonları satın alırdınız. Eğer onlar işe yararsa iyi, ama sonuç alınamazsa, şansızlık olurdu.

Harcamanızı telafi etmenin hiçbir yolu da yoktu.

Onlar çok inceydi, polietilenden yapılmıştı ve polietilenin kalınlığı sigara kağıdından daha inceydi, böylece onlara zarar vermenin ne kadar kolay olduğunu tahmin edebilirsiniz. Ve eğer onlara fırlatma esnasında zarar vermeseniz bile, yükselirken, troposferdeki soğuk hava katmanları ve jet rüzgarı yüzünden uçuş yolunda zarar görmeleri oldukça muhtemeldir.

O halde şimdi sizlere bazı slaytlar göstermek istiyorum. Ve sonra X- ışını astronomisi hakkında biraz daha konuşmak için konuya geri döneceğiz.

Pekala, ilk olarak neyimiz varmış bir bakalım. Burada benim lisans öğrencilerimden ikisini görüyorsunuz. O zamanlarda, onlar lisans öğrencisi idiler.

Şimdi onların ikisi de doktora yaptılar. Bazılarınız bilimin çok fazla romantiklik içerdiğini düşünmez, fakat içerir. Onlar evlendi ve çocukları var.

Bu Pat Dawney; O hala benimle PIVoT üzerine çalışan çok önemli biri ve bu Jim Ballantine. Onlar oldukça can sıkıcı bir iş olan elektronik devrelerin bağlantılarını yapma üzerinde çalışıyorlardı.

Ve burada Texas ta bulunan balonların yapıldığı tesisi görmektesiniz.

Hayal edebileceğiniz gibi, buralar oldukça uzun koridorlardı.

Ve bunlar mandalananın yüzeyindeki parçalara benzeyen ve birbirlerine ısı yoluyla dikilerek sızdırmaz hale gelen balonun parçalarıdır. Bu işi sadece kadınların yapmasına izin verilir. Çünkü erkeklerin çok sabırsız olduğu ve çok fazla hata yaptıkları iyi bilinmektedir. Bu yüzden, orada yalnız kadınlara izin verilir.

Bunun ayrımcılıkla ilgisi yoktur, fakat bu işi yapmakta kadınlar daha iyidir.

Burada kutudan çıkarılan bir balon görülmektedir.

Bu, balonları uçurduğumuz yer olan Texas' ta çektiğim bir fotoğraf.

O, güzel bir pembe örtüyle kaplıdır ve çimenler üzerinde çok büyük bir kumaşımız var. Çünkü balon o kadar ince ki, eğer onu çimenin üzerine koyarsanız, hemen zarar görür. Size kalınlığının sigara kağıdından daha ince olduğunu söylemişim. Bu yüzden onu dikkatli bir şekilde çıkartırdık ve yakından incelerdik.

Bu durumda balonda bir delik oluşma tehlikesi olabilir.

Aslında pembe kılıfta, en azından bir delik vardı ve bu yüzden bu deliğin derinlere doğru gidip gitmediğini dikkatli bir şekilde incelerdik.

Çok endişelenmezdim. Çünkü bu benim balonum değildi, fakat yine de, eğer siz meslektaşlarınızdan bazılarının balonlarının uçmadığını görürseniz, genellikle bu üzücüdür.

Ve şimdi sizleri, Avusturalya'daki çöl kasabası Alice Springs' e götürüyorum.

Alice Springs'ten pek çok balon uçurdum. Ve şimdi sizler, balon uçurmanın nasıl olacağı hakkında oldukça iyi bir fikir ediniyorsunuz. Fırlatma kamyonu burada ve teleskop fırlatma kamyonunun üzerindedir.

Burası olduğu gibi boş balon ve burası döner kol diye adlandırdığımız şey. Balonu yerde tutar ve balonun yalnız bu bölümü şişirilecek. Bu Helyum vagonu, bunlar ise şişirme işleminde kullanılacak tüpler.

Şişirme işlemi, genellikle sabahın erken saatlerinde ya da akşam gün batımına yakın yapılır. Çünkü bu, rüzgarın çok dingin olduğu zamandır ve bizim oldukça dingin koşullara ihtiyacımız vardı.

Burası balonun şişirilecek olan bölümüdür ve bu yüzden çok büyük kuvvet, birkaç bin kilogramı yukarı kaldıracak olan kaldırma kuvveti vardır.

Umarım, Archimedes'in kanununu hatırlıyorsunuzdur.

Ve böylece bu araç, onu aşağıda tutmak için yaklaşık 4 ya da 5 ton ağırlığındadır.

Ve balonu uçuracağımız zaman, bu kolu çevirerek serbest bırakırız.

Ve bu durumda sizler balonun nasıl havalanacağını göreceksiniz.

Burası yine Avusturalya'daki Alice Springs. Güneş doğmakta ve balonu şişirmeye başladı. Burada şişirme tüplerini görmektesiniz ve balonun içine helyum dolduruyoruz.

Bu, uçuşun en kritik aşamasıdır. Çünkü eğer yandan esen çok az bir rüzgar olur ve balon yere dokunursa, bu durumda her şey biter. Bu durumda, balon zarar görür ve yarıda bırakırsınız. Hatta sonradan da devam edemezsiniz.

Bu biraz sonrası, biz bunu kabarcık diye adlandırırız.

Burası döner kol ve burası sizlerin yönündeki boş balon, ve bu kısım yaklaşık 80 feet yüksekliğinde.

Ve burada ise sizlere biraz önce bahsettiğim balonun parçalarını görüyorsunuz.

Bu iş, tüm bu parçaların kadınlar tarafından birleştirildiği, oldukça sıkıcı bir iştir. Ve bunların hepsi burada en üst noktada birleşirler, bu büyük alüminyum parçada.

Şimdi olayı, fırlatma kamyonu tarafından görmektesiniz.

Burada ise radar yansıtıcılarını görüyorsunuz, böylece uçuşu radar tarafından takip edebilirsiniz, burada da teleskopu görüyorsunuz.

Çok fazla detaya girmeyeceğim.

Bu üzerine telsiz kumandasını bırakabileceğimiz, yaklaşık 500 pound kurşun parçadan oluşan denge kutusudur.

Bu sanırım, o zamanlarda, benim lisansüstü öğrencilerimden biri olan Jeffrey McClintock. Burada paraşütü görüyorsunuz.

Balonun tabanı ve paraşüt arasında bir bağlantı var ve radyo kumandasıyla onu kesebiliriz ve bu durumda, umarız teleskop ve paraşüt güvenli bir şekilde dünyaya döner.

Ve burası tamamıyla boş balon ve burası ise henüz şişirilmiş olan balon kısmı.

Onlar hala balonu buradan şişiriyor, Ve onlar halihazırda bu şişirme tüpünü ayırmışlar. Bu yüzden uçuşa çok yaklaşıyoruz.

Ve şimdi uçuşma anı. Bu an, bir balonun uçuşunu izleyen kimsenin unutamayacağı bir andır. Oldukça endişelenirsiniz ve midenize ağrılar girer; bayağı gergin bir andır.

Eğer olaylar yanlış giderse, genelde bu an, olayların yanlış gittiği andır, çünkü döner kolu bıraktığınız zaman, bu durumda oldukça büyük kaldırma kuvveti yukarı doğru itme yapar ve bu durumda zıplama etkisi elde edersiniz.

Mantar olarak adlandırdığımız bu üst kısımda, Helyum titreşim hareketi yapar.

Ve bu doğrudan balona zarar verebilir.

Yerleşmeyi, rüzgarın daima balonu fırlatma kamyonunun üzerine doğru hareket ettireceği bir şekilde yaparız. Bunun neden böyle yapılmak zorunda olduğunu anlayacaksınız.

Böylece, fırlatma kamyonu doğrudan balonun altına doğru gidecek şekilde hareket eder ve yükü serbest bırakmadan önce balonun teleskopu taşıdığından emin olunur.

Şimdi yük fırlatma kamyonuna bağlıdır.

Fırlatma kamyonunun kendisinin balonun altında hareket edebilmesi için balonun yerden kalkmasını beklemek zorundayız. Fakat sizler ekzos vasıtasıyla makinelerin halihazırda çalıştığını görmektesiniz.

Burada balonun yakın çekimini görüyorsunuz ve muazzam bir gürültü yapıyor. Bu gerçekten ürkütücüdür.

Bu şekilde bir fırlatma gördüğüm zaman, oldukça ince olan bu balonun, işkence edercesine fırlatmaya nasıl dayandığına her zaman şaşarım.

Burada yükseliyor ve bu yöne geliyor, gördüğünüz gibi fırlatma kamyonuna daha çok yaklaşıp gökyüzüne yükseliyor ve Alice Springs 'teki bu durumda, fırlatmaya o kadar yakındım ki, balonun daha yukarılara gittiğini kameramla yakalayamadım. Bu yüzden göreceğiniz bir sonraki resim, birçok balon uçurduğum, Texas, Palestine' dan bir resimdir. Bu farklı bir uçuştur, fakat burada gördüğünüz fırlatma ile aynı aşamaları içerir.

Bu arada, Alice Springs harikaydı, her zaman gökyüzü açık ve güzeldi. Orası olağan üstü bir çöl. Harika bir çöl şehri. Gerçekten hiçbir yerin ortasında değil.

Tamam, şimdi Texas'tayız ve burada fırlatma kamyonunu görüyorsunuz.

Bu teleskop, farklı bir teleskoptu. Paraşütü görüyorsunuz ve şimdi kamyonun balonun altına gitmesi, işin püf noktası.

Balonun içindeki helyum miktarı, toplam hacmin sadece küçük bir kısmıdır.

Serbest kaldırmayı yaptırmak için ucu ucuna yeterli. Dakikada yaklaşık 1000 feet yükselmek istiyoruz ve bu durumda, balon yükseldiğinde atmosfer basıncı düştüğü için, helyum genişler ve sonunda göreceğiniz gibi tüm hacmi doldurur.

Bu, fırlatma kamyonunun kendisini balonun tam altına hareket ettirdiği kritik bir andır.

Ve fırlatma kamyonundaki kişinin, teleskopu kaldıracak olan iplerdeki gerilmenin yeterli olduğundan emin olması gerekmekte.

Eğer balon çok ileride veya gerideyse ve sizler de teleskopu serbest bıraktıysanız, bu durumda kesinlikle, yere doğru bir sarkaç hareketi yapacak ve teleskopa zarar

vereceksiniz. Bu işlemin balonun tam olarak fırlatma kamyonunun üzerinde iken yapılması çok önemlidir.

Fakat bu tek başına yeterli değildir, aynı zamanda teleskop yere dikey bir şekilde çarpmasın diye, ona etkiyen yeterince bir çekme kuvveti olmalıdır.

Ve herhangi bir şeylerin yanlış gitmesi ihtimalinde, uçuşu yarıda keseriz. Çünkü balon ve helyumun ikisi birlikte çeyrek milyon dolara yakın olmasına rağmen, teleskop balondan çok daha pahalıdır.

Ve burada yükü, paraşütü, boş balonu ve burada da helyum görmektesiniz.

Buradan buraya kadar olan mesafe, Empire State binasının uzunluğunun yaklaşık üçte ikisi kadardır. Bunlar kocaman balonlardır.

Burada onu 150000 feet yükseklikte görüyorsunuz. Bu başarılı bir şekilde uçurulan en büyük balondur. Bu hala dünya rekorudur.

Bu, 52 milyon feet küp hacme sahip olan bir balondur. Bu fotoğraf, teleskop aracılığıyla çekildi. Burada teleskopu görüyorsunuz ve balon boyunca bakabilirsiniz; çok incedir. Buradan buraya olan mesafe yaklaşık 500 feet, neredeyse 600 feet'tir.

Burada eski lisansüstü öğrencimi görüyorsunuz. Dr. Ricker. George Ricker hala MIT'nin bir üyesi.

Bu Avusturalya'dan bir görüntü. Bu düzeneklerin çoğu benim lisansüstü ve lisans öğrencilerim tarafından kuruldu. Onların çoğunu balon fırlatma istasyonlarından ödünç aldık.

Ve radyo verileri buraya gelir ve buradan teleskopu kumanda ederiz. Teleskopu buradan yönlendiririz. Dengeyi buradan sağlayabiliriz ve en önemlisi uçuşu burada sonlandırabiliriz.

Teleskopu, okyanusun üzerinde sürüklenmeye başladığı zaman buradan kurtarıyoruz.

Çünkü balonlar 150.000 feet yüksekliğinde rüzgarlar ile gitmeye başlar ve bu rüzgarların hızları saatte 20, 30 milden 100 mile kadar değişebilir.

Sadece rüzgarın yavaş olduğu günlerde uçmayı deneriz ve bu, ilkbahar ve sonbaharda olur; biz bunu tersine dönme olarak adlandırıyoruz.

Bu yükseklikte rüzgarlar her yıl 2 kez değişir. Rüzgarların hızı yaklaşık saatte 100 mil batıdan saatte 100 mil doğuya doğru değişir.

Bu genellikle sonbaharda ve ilkbaharda olur ve bu bizim uçmayı denediğimiz zamanlar, bu rüzgarların yavaş olduğu, rüzgarların tersine dönmeye başladığı zamanlardır.

Biz balonu 5000, 6000 feet yükseklikte takip ederiz. Bu küçük bir uçaktır. Burada uçakta oturuyorum. Bu tipik bir uçaktır ve bu uçağı hava alanından hava alanına uçurmak için ve yapabildiğimiz kadar balona yakın kalarak, sonlandırma komutunu vermek için kullanıyoruz.

Ve daha sonra, kendi başına bir macera olan balonun taşıdığı yükü kurtarabiliriz.

Bu olay Avusturalya 'da Amerikaya göre daha zordur. Burası El Paso, fakat Avusturalya'da çölde hiç havaalanı yok ve bundan dolayı bir yerden bir yere uçmak zordur. Şimdi sizleri Avusturalya'ya götürüyorum. Burası Alice Springs.

Ve bu uçuş için fırlatmayı yaptığımız zaman, günler öncesinde yaklaşık 140000, 150000 feet'e kadar çıkan hava tahmin balonları, test balonları uçururuz. Daha sonra o yükseklikteki hava durumuna bakarız.

Ve meteoroloji uzmanları bize balonun bu yönde, belki de şu yönde gideceği konusunda bilgiler verirler. Fakat balon her halükarda, kuzeye yada kuzey batıya gider.

Ve biz Avusturalya'daki bütün radar yansıtıcılarını bu balona dikkat etmeleri için uyarırdık. Böylece onlar bize erken uyarı verebilirlerdi. Çünkü burası ve orası arasında hava alanı yoktu.

Eğer bunu uçak ile takip edersek, gün boyunca bazı toprak pistlere inebiliriz, fakat gerçekten burada normal pistler yoktur. Ve bu oldukça tehlikelidir. Geceleri buraya inemezsiniz. Ve bizler bu radar istasyonlarının bizlere erken alarm vermelerini ve böylece balonun nerede olduğunu söylemelerini ümit ediyorduk. Fakat ne oldu, balon düştü.

Bu sırada gün batıymıydı, biz balonun gün batımında nerede olduğunu bilmiyorduk. Onu göremiyorduk, fakat onunla telsizle temas kurabiliyorduk. O halde ona yakın uçuyorduk.

Ve daha sonra gündeğümünde onu rastgele bulduk. Onu görebiliyorduk. Ve daha sonra burada, yasak bölgeye doğru yaklaşıyordu. Çünkü burada ticari uçuşlar var.

Bu yüzden paraşütü balondan ayıran radyo komutunu verdik. Balon çok hassas. Orası çok soğuk.

Balon darmadağın olur, parçalara ayrılır ve düşer, ve eğer her şey iyi giderse, paraşüt teleskopu, yere güvenli bir şekilde indirir.

Bu kişi uçuş boyunca iletişimde olduğumuz kişi. Yerel insanların dikkatini çekmeye çalışıyorsunuz, bunu uçakla onların evlerinin üzerinde alçaktan uçarak yapıyorsunuz.

Bu kişi çölde yaşıyordu ve onun en yakın komşusu ondan 70 mil uzaktaydı. O çılgındı, genellikle de sarhoştı.

Çölde kangurulara ateş ederdi. Arabasının ön camı yoktu. 60 mil bölü saat hızla arabayı sürerken kanguruları kovalar ve onlara ateş ederdi. Onun yaptığı hiç de sevmediğim çılgınca bir oyundu.

Bir keresinde bana bir gösteri yaptı; köpeğini arabanın kasasına koydu.

Onunla kamyondaydım, 60 mil bölü saat hızla sürüyordu, aniden frene asılırdı ve köpeği havada takla attırırdı ve bundan sonra “Siz yaşlı bir köpeğe yeni hile öğretemezsiniz” derdi. Geri dönüşte harika hayvanlarla karşılaştık. Koala ayısı, 8.01 dersini alan öğrencilerinin çoğunun aksine; sessiz, barışçıl ve çok tembeldi.

Yüke ulaşmak, bir buçuk günümüzü aldı ve daha sonra yüke yaklaştığımız zaman, orada bu iguana vardı, yaklaşık 6 feet uzunluğundaydı.

Ve gerçekten korktuğumu sizlere söyleyeyim. Beni çok fazla korkuttu.

Fakat elbette bunu göstermek istemedim, lisansüstü öğrencime “Problem olmadığını, bu hayvanlar zararsız olduğunu, onların benden önce gitmelerini” söyledim.

Ve öyle yaptılar ve hayvanın zararsız olduğu ortaya çıktı. Yüğü alıp, Jack'in kamyonuna yüklememiz 4 saat aldı ve bu 4 saat boyunca, bu hayvan hareketsiz durdu, hiç hareket etmedi.

Bu, onun bize kendini göstermemek için kullandığı stratejiydi.

Bu iguanalar, güzel hayvanlar.

Yerliler (aborjinler) onları yer; bu arada onlar, çok değerli yiyeceklerdir.

Burada benimle gelen ve Amerikalı olan Don Brooks'u görüyorsunuz. O, bir elektronik uzmanı idi, ve bu ise Jack'in eşi Alice.

Burada balonun yükünü görüyorsunuz; devrilmişti, fakat iyi durumdaydı. Çarpma tamponu kasıtlı olarak çarpmaya karşı korumak ve hızı azaltmak için konulmuştu. Ve elbette bu çarpma tamponunun zarar görmesi normaldir. Bütün düşünce bu idi.

Ve sonra, birkaç gün sonra Alice Springs'e geri geldiğimizde, Alice Springs'te hiçbir şey olmamıştı. Hiçbir şey olmamış gibiydi demek istiyorum.

Bunlar, ön sayfa haberleri “Kusursuz Balon Uçuşu” ve “ 1000 kişi bir uzay araştırmasını izliyor”. Onlar bunu uzay araştırması diye adlandırdı.

Bu haberi yapan muhabir ile uzun bir röportaj yaptım ve ona yükseklerle gitmemizin sebebinin, X-ışınlarının Dünya atmosferinde soğurulması olduğunu söyledim. Fakat makale bundan bahsetmedi.

Haberler “Balonları uçuruyorlar. Çünkü bu durumda yıldızlara daha yakın olabilecekler” şeklindeydi. Sanırım bu oldukça yakın. Fakat haber, gerçekten bizim

yükseklere gitmemizin sebebi olan X-ışınlarının soğurulması konusunu yazmadı. Bizim amacımız yıldızlara yaklaşma isteğimiz değildi.

Tamam, eğer yolumu bulabilirsem, şimdi tahtanın yanına geri döneceğim.

1966 ve 70'lerin sonu arasında, Kanada'dan, Amerika'dan ve Avusturalya'dan yaklaşık 20 başarılı uçuş gerçekleştirdim. Aynı zamanda bazı problemler ve şanssızlıklar da yaşadık. Uçuşlarımın ikisinde balonlar patladı.

70000 feet te, çok soğuk olan Troposfer vardır ve eksi 70 derecede. Jet rüzgarları vardı ve onlar balona çarptılar ve sonra balon patladı. Ve bu olduğu zaman, uçuşu sonlandırmak için yeteri kadar zamanımız yoktu. Balondan paraşütü ayıramadık; çok ani oldu. Bu durumda, genellikle, paraşüt dolaşır ve daha sonra serbest düşme yapar. Dolayısıyla, balonun yükü tamamen zarar gördü ve bu olay iki kez oldu.

Fakat bizler yeterince şanslıydık, birkaç durumda bazı ilginç keşifler yaptık.

X-ışınları astronomisinin ilk yıllarında, 5 yeni x- ışını kaynağı keşfettik, böylece, bizden önceki roket uçuşlarından elde edilen kaynakların sayısını iki katına çıkardık.

Ve balonlardan gördüğümüz bu kaynakların bazıları oldukça değişkendi.

Bir X-ışını parıltısını fark ettik; x- ışınının şiddeti 10 dakikadan daha az bir zamanda 3 ya da 4 kat daha arttı.

Ve bu o günlerde yeni bir durumdu, bu roketlerden keşfedilemedi, çünkü roketler, dünya atmosferinin üzerinde sadece 5 dakika kalıyorlardı ve bu zaman süresince sadece bir kaynağı incelemiyorlardı. Onlar gökyüzünü tarıyordu, çünkü onların amacı bulabildikleri kadar çok X-ışını kaynağı bulmaktı.

Fakat bizler bazen 26 saat havadaydık, bu yüzden uzun süreliğine, saatlerce gökyüzünün belli bir bölümünü izlemek için çok fazla zamana sahiptik; bu yüzden 10 dakika ve daha fazla süren bu parıltılı olayları keşfetmemiz tesadüf değildi.

Ayrıca "gx1+4" diye isimlendirdiğimiz bir cisim keşfettik. Bu numaralandırma gökyüzünde nerede olduğu ile alakalıdır.

Ve şaşkınlıkla, X-ışınlarının 2.3 dakikada periyodik şekilde tekrarlandığını fark ettik.

O zamanlarda, bunun ne anlama geldiği hakkında ipucuna sahip değildik, fakat daha sonra, birazdan göreceğiniz gibi, bunun bir nötron yıldızının dönme periyodu olduğu belli oldu.

Dolayısıyla ilk günlerdeki büyük soru: bu cisimlerin neler olduğu idi. Ve bu, 8.01 dersinde anlattığımız bir şey ve çok kısa bir şekilde tekrar gözden geçireceğim, fakat onu tartıştık ve hatta bununla ilgili birkaç ev ödevi probleminiz de vardı.

Bu cisimler X-ışını çiftleridir. Burada birinci cisim, bir nötron yıldızı ya da bazı durumlarda kara delik olan oldukça yoğun bir cisim, ve diğer cisim, diğer yıldız ise güneşimiz gibi bir normal yanan nükleer yıldızdır. Ve onlar birbirine çok yakındır.

Onlar birbirlerine o kadar yakındırlar ki, burada olan madde, nötron yıldızı tarafından, yıldız tarafından çekilmesine kıyasla daha güçlü çekilir. Ve böylece madde, nötron yıldızına doğru gitme yolunu bulmaya başlar.

Bu bir ikili sistemdir ve onlar birbirleri etrafında dolanırlar.

Bu madde doğrusal olarak gitmez, fakat yavaşça spiral şekilde hareket ederek nötron yıldızına gitmek için kendi yolunu bulur.

Bu yeterince olağandışı ki; biz hala bunun nasıl olduğunu anlamıyoruz, fakat eninde sonunda o, nötron yıldızına geçiyor, bu durumda yığılma diski dediğimiz şey oluşuyor.

Bu kütle alıcı ve bu ise kütle aktarıcıdır. Kütle aktarıcı, nötron yıldızına yakıt sağlar.

Ve eğer siz, küçük bir m kütlesi alır, onu nötron yıldızına koyarsanız, ve nötron yıldızı, büyük M kütlesine ve büyük R yarıçapına sahip olsun.

Bu durumda çarpışma esnasında salınan kinetik enerji, hepinizin gelecek Pazartesi yapması gereken şeydir.

Bu şu şekildedir: mMG bölü R eşit 1 bölü 2 $m v$ kare şeklindedir.

Bu, küçük m kütlesi yıldıza çarptığı durumda var olan çekim potansiyel enerjisidir.

Yıldızın yüzeyi, büyük R yarıçapına sahiptir. Ve yıldızın kütlesi büyük M 'dir.

Ve bu 1 bölü 2 $m v$ kare ile verilen kinetik enerjiye dönüşür, bu çarpışma anındaki hızdır.

Bu kesinlikle her zaman küçük m kütlesinden bağımsızdır ve böylece bu hızı hesaplayabilirsiniz ve bu hız, bir nötron yıldızı için oldukça büyüktür. Bunun sebebi, nötron yıldızının yarıçapının çok küçük olmasıdır. Yalnızca 10 kilometre.

Yaklaşık Güneşin yarıçapından 100.000 kat daha küçük.

Nötron yıldızının kütlesi güneşinkiyile karşılaştırılabilir. Biraz daha büyüktür, ama karşılaştırılabilir. Çok küçük olan yarıçapıdır. Ve çarpışma esnasında ışık hızının üçte biri kadar hız elde etmenizın sebebi budur. Burada kinetik enerji ısıya dönüştürülür.

Aynı nedenden dolayı, yere bir şey düşürdüğümüz zaman, kinetik enerji ısıya dönüşür.

Ve böylece bu, nötron yıldızının yüzey tabakalarını ısıtır ve sıcaklık korkunç derecede yükselir, 10 üzeri 7, 10 üzeri 8 derece.

10 milyon, 100 milyon derece.

Ve bu çok yüksek sıcaklıktır. Neredeyse bütün enerji, neredeyse bütün elektromanyetik ışıma, X-ışınları şeklinde yayınlanır.

Güneş sadece 6.000 derecelik bir sıcaklığa sahiptir; onun yayınladığı ışığın çoğunluğu, optik ışık şeklindedir. Fakat 10 milyon dereceye çıktığınız zaman, artık bu durum geçerli değildir. Spektrum X-ışınları tarafına kayar.

Açığa çıkan bu enerji miktarı oldukça fazladır.

Bunun hakkında size bazı bilgiler vereyim, eğer siz bir küçük şeker alırsanız ve bu küçük şekeri oldukça büyük bir mesafeden nötron yıldızı üzerine atarsanız, bu durumda, açığa çıkan enerji Hiroshima ve Nagasaki'ye atılan atom bombasının enerjisi ile kıyaslanabilir. Bu, sizlere nötron yıldızının yüzeyinde etkili olan, muazzam çekim kuvveti hakkında bir şeyler söyler.

Bu sistemlerin şimdi ne olduğunu biliyoruz; Kanıtlar çok kuvvetli.

Nötron yıldızının döndüğünü gözlemledik. Bulmuş olduğumuz bu 2.3 dakikanın, şimdi nötron yıldızının dönme periyodu olduğunu biliyoruz.

Bu nötron yıldızları, güçlü manyetik alanlara sahiptirler ve nötron yıldızı üzerine yığılan madde manyetik kutuplara varır.

8.02. dersinde iyi bir şekilde iyonlaşmış olan bu plazmanın neden nötron yıldızına her yerde varamadığını, fakat neden sadece manyetik uçların yakınında nötron yıldızına girmeye zorlanacağını öğreneceksiniz. Ve eğer nötron yıldızı dönerse, bu durumda manyetik kutuplar bu şekilde döner.

Ve siz Dünya'da olduğunuz zaman, X – ışınlarını gözlersiniz, X – ışınları, X-ışınları, X-ışınları yok, X-ışınları, böylece zonklamaları gözlersiniz.

Ve bu zonklamalar şimdi pek çok nötron yıldızından, pek çok ikili sistemden görülür.

Onun bir ikili sistem olduğu çok açıktır.

Eğer, iki yıldızın yörünge düzleminde yada düzlemin yakınında iseniz, nötron yıldızı kütle aktarıcı yıldızın diğer tarafına geçer, bu durumda siz hiç x-ışınlarını göremezsiniz, çünkü x-ışınları kütle aktarıcı yıldız tarafından soğurulur.

Bu durumda, x-ışını tutulması gözlersiniz, x-ışınları kaybolur. Daha sonra zonklamaları görürsünüz, güçlü x-ışını sinyalleri aniden kaybolur.

Ve birkaç saat sonra, nötron yıldızı tekrar görüldüğü zaman, kütle aktarıcı yıldızın arkasından çıktığı zaman, yeniden X-ışınları görülür.

Bu durum oldukça açıktır, fakat en azından böyle bir sistemin nasıl olduğunu sizlere gelecek slaytta göstermek istiyorum. Belki oradaki kişi açabilir.

Ooo, ben buradan yapabilirim. İşte böyle görünür.

Orada sol tarafta kütle aktarıcı yıldızı ve burada nötron yıldızını, ki bu bir kara delik olabilir, görüyorsunuz. Ve maddenin nasıl girdap şeklinde döndüğünü görmektesiniz.

Tabii ki, bu gerçek bir resim değil, bu bir çizimdir. Bu sistemlerden galaksimizde yüzlercesini biliyoruz ve tabii diğer galaksilerde de pek çok var.

Sizlerle 8.01 dersinde, eğer bu yıldızların Doppler kaymasını ölçerseniz ve eğer şanslıysanız, hem nötron yıldızının zonklamalardan hem de kütle aktarıcı yıldızdaki optik çizgilerden Doppler kaymasını elde edebileceğinizi; hatta hem buradaki hem de oradaki yıldızın, kütlelerini bulabileceğinizi anlattım.

Ve eğer kütleyi, bazı durumlarda olduğu gibi, son derece büyük bulursanız, bu durumda bir kara delik olduğu sonucunu çıkarabilirsiniz.

Ve ev ödevlerinizden birinde böyle bir problem vardı.

Artık balon uçurmuyorum, çünkü bugünlerde yaptığım işin tümü uydular tarafından yapılmakta. Yılda 365 gün veri alırsınız ve daima dünya atmosferinin üstündesiniz. Aslında en iyi yöntem de budur.

Avrupa ve Japon uydularını kullandım ve bugünlerde bir Amerikan uydusu olan Rossi X-ray Timing Explorer ve bu yılın başlarında fırlatılan ve kasabadaki en büyük şey olan Chandra 'yı kullanıyorum.

1975 yılında, MIT'te, bizim SAS -3 diye isimlendirdiğimiz bir uydumuz vardı.

Ve SAS -3' ü 'ofisimin olduğu bina 37'deki uzay araştırma merkezden 24 saat, 365 gün çalıştırıyorduk.

Ve 75 'li yıllarda, Harvard'dan Jash Grindley ve Hollanda Utrecht' ten John Heise, X-ışını patlaması olarak adlandırılan şeyi keşfettiler.

X-ışını patlaması, X – ışını sinyalinin aniden çok şiddetli olduğunu gördüğünüz bir olaydır.

Yaklaşık 1 saniye içinde, patlama öncesine kıyasla şiddet 10 kat, belki 20 kat daha şiddetli olur ve yaklaşık bir dakikalık zaman dilimi içersinde şiddeti azalır.

Ve 1976 yılında SAS-3' ü kullanırken, bu X-ışını patlamalarının araştırmalarını yapabildiğimiz için çok şanslıydık. Ve 1 ila 2 yıl zarfında, bu kaynaklardan 8 tane daha keşfettik.

Büyük ölçüde, hala MIT'de Profösör olan Paul Joss' un burada yapmış olduğu teorik çalışmalar sayesinde, artık x -ışını patlamalarının nedeninin ne olduğunu biliyoruz.

Bunlar, nötron yıldızlarının yüzeyindeki nükleer bomba patlamalarıdır.

Nötron yıldızlarının yüzeyinde ne olur; kütle aktarıcı yıldızdan aktarılan ve çoğunlukla helyum ve hidrojen olan madde çok ısınır ve çok yoğunlaşır ve bundan çok yüksek sıcaklıkta ve çok yüksek yoğunlukta, termonükleer füzyon elde edersiniz.

Meydana gelen reaksiyon, 3 tane Helyum 4 (^4He) çekirdeğinin füzyon yaparak Karbon 12' ye (^{12}C) dönüşmesi ve enerjinin açığa çıkmasıdır. Termonükleer enerji salınır.

Bu reaksiyon, sıcaklığa son derece hassastır. Enerji salındığı zaman, sıcaklık yükselir. Sıcaklık yükseldiği zaman, reaksiyon hızı artar, sonra sıcaklık yükselir ve reaksiyon hızı daha da artar, ve bütün olaylar artık kontolden çıkar, termonükleer patlama olmasının nedeni budur.

Bunu, termonükleer ışıltı olarak adlandırıyoruz. Bu kontrol dışı bir süreçtir.

Nötron yıldızı yüzeyinde meydana gelen bomba patlamaları, dünya üzerinde yapabileceğimiz hidrojen bombalarından, 1 milyar çarpı 1 milyar kat, yani 10 üzeri 18 kat daha güçlüdür.

Daha önce, gökyüzünde bir X - ışını patlaması gördüğünüz zaman, aynı zamanda gökyüzünde bir optik ışımaya görmeyiz gerektiği tahmininde bulunduk.

Kütle aktarıcı yıldızlar ve yığılma diski optik ışık yayınlarlar. Oldukça zayıftırlar, onlar oldukça soluk kaynaklardır, fakat onları yerden optik teleskoplarınızla görebilirsiniz.

Ve, X-ışını patlamaları meydana geldiği zaman, neden optik ışımaya görebileceğimize dair sebeplerimiz var. Ve neden buna inandığımızı size söyleyeceğim.

Eğer burada bir nötron yıldızınız ve burada da bir yığılma diskiniz varsa, ve eğer bomba patlaması meydana gelirse, bu kırmızı dalgalanmalar X- ışınlarıdır, bu durumda dünyaya doğru giden şeyi göreceksiniz.

Fakat, bu yönde de giden başka X- ışınları var, ve bunlar diski ısıtırlar.

Biz bunu X- ışını ısıtması olarak adlandırırız.

Ve disk belki yerel olarak 30000, 40000 derece sıcaklığa ulaşacak ve optik bölgede parlayacaktır. Bu yüzden X- ışınının ısıtmasının etkisini göreceğimizi umuyorduk.

Fakat bizim amacımız çok daha iddialıydı.

Dünyaya buradan gelen optik ışığın, X- ışınlarından daha geç gelmesi gerektiğini görüyorsunuz. Çünkü, x ışınları ilk önce bu yönde ilerler ve daha sonra optik ışık, bu yönde gider.

Eğer buraya kurşun kalemimi koyarsam, bu mesafe elektromanyetik radyasyonun gideceği fazlalık yoldur ve bu zaman alır. Ve bu 1 saniye sürerse, bu, bu mesafenin 1 ışık saniye olduğu anlamına gelir. Eğer, 20 saniye sürerse, bu mesafe 20 ışık saniyesidir.

Böylece esas amacımız, öncelikle, bu yığılma diskinin iç kısımlarının boyutlarını ölçmektir. Ve bu yüzden, 1977 yılında dünya çapında bir kampanya organize ettik.

17 ülke, 44 gözlemevi katılıyordu ve onlara gökyüzünde özel bir yıldız, X-ışını çifti olan oldukça soluk bir yıldız bakacağımızı söyledik.

Bizler SAS – 3 ile X- ışını patlamalarını kaydedebiliyorduk ve onlardan, radyo sinyali bölgelerinde, kızılötesi bölgelerinde, her ne mümkünse, optik bölgede, bir değişiklik görüp görmediklerini kaydetmelerini istedik.

1977'nin yazında, belirli kaynaklardan 110 patlama gözlemledik.

Bunlardan hiç biri, optik veya radyo bölgelerinde görülmedi. Sonuç sıfırdı

1978 de bunu yine tekrarladık ve başardık.

Bu çalışma, Harvard' dan Jos Erindley ve benim eski lisansüstü öğrencim ve şimdi Harvard' da olan Jeffrey Mc Clintock ve Amsterdam Üniversitesinden ve o zamanlar MIT de benimle birlikte çalışan, çok iyi arkadaşım olan Jan Van Paradis'in işbirliğiyle gerçekleştirildi.

Bu dikkat çekici bir sonuçtu; optik ışımanın, X-ışını ışıması ile birlikte eşzamanlı olarak gözlenmesi olayı idi. Ve insanların çalışmalarını yayınladığı çok ünlü bir dergi olan Nature' ın kapak sayfası oldu. Bu yüzden çok mutluyduk.

Sizlere bu eş zamanlı olayları göstermek istiyorum. Fakat 1978 olayını değil, meslektaşım Holger Pedersen' in 1 yıl sonra, Şili'de optik gözlem yaptığı zaman gözlemlediği ve daha etkili olan olayı göstereceğim.

Bu sizlere önceden bahsettiğim gözlemevi. Ben de orada birçok kez bulunmuştum.

La Silla' da, deniz seviyesinden 2400 metre yukarıda.

Buradaki atmosfer basıncı, normal atmosferin basıncının sadece 4 te 3'üdür. Burada rafadan yumurta bile kaynatamazsınız. Çünkü, suyun kaynama sıcaklığı sadece 92 derecedir.

Tamam, bu Holger' in gözlemlediği optik ışıktır. Ve biz Hakucha diye adlandırılan Japon uydusuyla bakıyorduk. Sanıyorum SAS – 3, o zamanlar çalışmıyordu.

Burada optik sinyalin zamanını görüyorsunuz, Burası sistemin, şiddet olarak, durgun halidir ve daha sonra X – ışını patlaması meydana geliyor, Ve burada optik ışımayı açıkça görüyoruz. Ve burada Hakucho'dan elde edilen X-ışınlarını görüyorsunuz.

Onlar çok benzer görünüyor, fakat şimdi ilginç kısım geliyor.

Elbette, onlar slaytta aynı yükseklikte görünsünler diye onları ölçeklendirdim.

Tabii ki bu sadece yapay. Fakat şimdi ilginç kısım geliyor.

Eğer onları üst üste çakıştırırsam, bu durumda mavi ile çizilen optik çizgiye bakın.

X-ışınlarına göre kesinlikle gecikmelidir ve bizim amacımız buydu.

Ve bu gerçekten çok net bir gözlem, bizim 1978 de elde ettiğimiz gözlemlerden daha netti. Ve eğer optik sinyali geriye ya da X-ışını sinyalini ileriye doğru yaklaşık 2 saniye kaydırırsanız, hangisini isterseniz, bu durumda onlar üst üste çakışır.

Ve bu, nötron yıldızları etrafındaki yığılma diskinin boyutunun, tipik olarak 2 ışık saniyesi boyutunda olduğunun kanıtıdır.

Biz de bundan şüpheleniyorduk, fakat yine de bu kanıtsal sonuçtu.

Kötü haber, geçen dönem 8.01 dersini verdiğimde, 8.01 dersini vermenin haricinde hiçbir şey yapmamış olmam.. Hiç araştırma yapmadım. Ve sanırım hepiniz, kendinizi suçlu hissetme hakkına sahipsiniz.

Çok suçlusunuz.

Şimdi, iyi haber bundan oldukça zevk aldığımdır. İster bu dersi sevin isterseniz sevmeyin, gece gündüz neredeyse her zaman aklımdaydınız.

Bu ders hakkında kabuslar bile gördüm, tipik kabus şu şekildeydi:

Bu ders salonuna geliyorum, fakat ders notlarımı kaybetmişim; onları bulamıyorum ve tam olarak iyi hazırlanmamışım, fakat nasıl olursa olsun derse başlamalıyım ve sizler bana gülmeye başlarsınız ve ter içinde uyanırım.

Bu rüyayı açıklamak için Freud' a ihtiyacımız olduğunu sanmıyorum.

8.01 dersini vermekten oldukça mutluydum ve bir bakıma, bana bir şeyler verdiniz ve sanırım ben de sizlere bir şeyler verdim. Şimdi, kendime bir yanılsama yapmıyorum

Eminim yakında Kepler'in 3. kuralını unutacaksınız, Umarım bunu final sınavından önce unutmazsınız.

Ve muhtemelen, açısal momentumun korunumunun tam olarak nasıl uygulandığını da unutacaksınız.

Fakat muhtemelen, benim derslerimden fiziğin çok ilgi çekici ve güzel olabileceğini ve her yerde etrafımızda fiziğin olduğunu her zaman hatırlayacaksınız. Keşke fiziği görmeyi öğrenseniz ve güzelliğini takdir etseniz.

Ve belki de, ilk maymun avına gittiğinizde, safari şapkanızı giydiğinizde ve dünyanın yörüngesinde gördüğünüz arkadaşınıza bir jambon sandviç atmak istediğinizde, beni düşünüyor olabilirsiniz.

Ve umarım bunlar mutlu hatıralar olacaktır.



Hepinize en iyi dileklerimi sunuyorum ve derslerime katıldığınız için teşekkür ediyorum.

Teşekkürler