



IT 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 – Ders6

Geçen defa ivmeye bir itme ya da bir çekmenin sebep olduğunu anlattık.

Bugün bunu, Newton Yasaları olarak adlandırılan, üç yasa ile daha niteliksel olarak ifade edeceğiz.

İlk yasa gerçekten 17. yüzyılın ilk kısmına kadar gider.

Eylemsizlik ilkesi olarak adlandırdığım yasa ilk ifade eden Galileo idi. Ve Onun yarasını sizlere okuyorum.

"Bir cisim durgun ise durgunluğunu korur. Ve hareket halinde bir cisim, üzerine bir dış kuvvet etki etmedikçe doğrusal bir çizgi boyunca, sabit hızlı hareketine devam eder." Ve şimdi size Newton'un ünlü kitabı Principia' da yer alan kendi cümlelerini okuyacağım. " Her cisim, eğer üzerine etkiyen bir kuvvet tarafından durumu bozulmaya zorlanmaz ise, düzgün doğrusal hareketini ya da durma halini korumaya direnir".

Newton'un Birinci Yasası açıkça günlük deneyimlerimize aykırıdır.

Hareket eden şeyler düzgün bir doğru boyunca hareket etmiyor ve hareketine devam da etmiyor. Bunun sebebi yer çekimidir.

Ve başka bir sebep de vardır.

Yerçekimini ihmal etsek bile, Bu durumda sürtünme vardır, hava direnci vardır.

Ve böylece her şey daima durma noktasına gelecektir.

Fakat bizler herhangi bir kuvvetin yokluğunda, eğer cisim belli bir hıza sahip ise cismin hareketini doğru bir çizgi boyunca sonsuza dek sürdüreceğine inanırız.

Şimdi, bu yasa, bu temel yasa, bütün referans çerçevelerinde geçerli değildir.

Örneğin, bizzat kendisi ivmelenen bir referans çerçevesinde geçerli değildir.

Kendimi burada ivmelendirdiğimi düşünün.

Ya atımın üzerine atlarım, ya da bisikletime veya motosikletime veya arabama binerim. Ve beni bu yönde ivmelendirirken görürsünüz.

Ve siz orada oturup "Aha, onun hızı değişiyor" dersiniz.

"Bu nedenle, Birinci Yasaya göre, onun üzerine bir kuvvet etkimelidir. Ve siz "hey oradaki, bu kuvveti hissediyor musun?" diye sorarsınız. Ve ben, "Evet hissediyorum, gerçekten bu kuvveti hissediyorum" derim. Birinin beni ittiğini hissediyorum. Birinci kanun ile uyumlu.

Mükemmel, yasa sizin için de geçerli.

Şimdi buradayım.

Bu yönde ivmelendiriliyorum ve hepimiz bana doğru bu yönde ivmelenecek geliyorsunuz.

"Aha, Birinci Kanunun işlemesi gerekir. Bu yüzden bu insanlar bir itme hissetmeliler" diyorum. Hey, oradakiler, itmeyi hissediyor musunuz? Ve siz, "Hiçbir şey hissetmiyoruz" dersiniz.

Hiçbir itme, hiçbir çekme yoktur. "Dolayısıyla, Birinci Kanun, eğer size doğru ivmelenecek isem, benim referans çerçevemden bakıldığında geçerli değildir.

Şimdi şu soru akla geliyor. Birinci yasa ne zaman geçerlidir? Birinci yasa, referans çerçevesi, eğer eylemsiz referans çerçevesi olarak adlandırdığımız referans çerçevesi, ise geçerlidir.

Ve bu durumda, eylemsiz referans çerçevesi, içinde herhangi bir ivmelenmenin olmadığı bir çerçevedir.

Bu mümkün mü? Bu ders salonu bir eylemsiz referans çerçevesi midir? İlk olarak, dünya, kendi eksenini etrafında döner ve ders salonu da onunla birlikte döner.

Bu size bir merkezci ivme olduğunu söyler.

İkinci olarak, dünya güneşin etrafında döner.

Bu dünyanın kendisine de, size de, bu ders salonuna da merkezci ivme kazandırır.

Güneş Samanyolu'nun etrafında döner ve sizler de gidirsiniz.

Yani açıkça, ders salonu bir eylemsiz referans çerçevesi değildir.

Bu ders salonunda maruz kaldığımız bu ivmenin ne kadar büyüklükte olduğunu tahmin etmeye çalışabiliriz. Dünyanın dönmesinden dolayı oluşan ivmeden başlayalım.

İşte ω açısal hızı ile dönen dünya burada ve ekvator burada ve dünya belirli bir yarıçapa sahip.

Dünyanın yarıçapı.

Bu dünyanın sembolü.

Şimdi, bu ders salonunun burada olduğunu biliyorum. Ve en kötü durumu ele alalım. Siz ekvatordasınız.

[hiç ses yok]

Etrafında bu şekilde dönebilirsiniz ve bunu yapmak için bir merkezci ivmeye ihtiyacınız vardır. Bu a_c ivmesi geçen defa gördüğümüz gibi ω kare çarpı R ye eşittir.

Bu ne kadar büyüklüktedir? Eh, Dünyanın dönme periyodu 24 çarpı 3600 saniyedir. Ve ω , 2π bölü 24 çarpı 3600 e eşittir. Ve bu durumda radyan bölü saniye biriminde olacaktır.

Şimdi eğer dünyanın yarıçapının yaklaşık 6400 km olduğunu biliyorsanız, dünya için ω kare çarpı R yi hesaplayabilirsiniz.

Tabii ki, bunu metreye çevirdiğinizden emin olmalısınız.

Ve en kötü durum olan ekvatordaki merkezci ivmenin

Burada daha azdır,

0.034 metre bölü saniye kare olduğunu bulacaksınız. .

Ve bu oldukça az

Bu, dünyada maruz kaldığınız yerçekimi ivmesinden 300 kere daha küçüktür.

Ve eğer, dünyanın güneş etrafındaki hareketini alırsak, bu durumda 5 kat daha küçük ilave bir çarpan getirir.

Başka bir deyişle, bu ivmeler gerçek olmalarına ve günümüz yüksek teknolojik cihazlarını kullanarak kolaylıkla ölçülebilmelerine rağmen,

Bizim alışık olduğumuz yerçekimi ivmesinden oldukça küçüktürler.

Böylece, bu ivmelere rağmen, bu salonu Birinci Yasanın geçerli olduğu oldukça iyi bir eylemsiz referans çerçevesi olarak kabul edeceğiz.

Newton yasaları ispatlanır mı? Cevap hayır. Çünkü referans çerçevesinin ivmesiz olduğundan emin olmak mümkün değildir.

Pekiye, buna inanıyor muyuz? Evet, inanıyoruz.

Buna inanıyoruz. Çünkü ölçümlerin belirsizliği dâhilinde, yapılan tüm deneyler ile tutarlıdır.

Şimdi ikinci kanuna geldik. Newton'un ikinci kanununa.

Burada bir yay var.

Şimdilik yerçekimini unutun.

Bunu, uzayın dışında bir yerde yapabilirsiniz.

Bu yayın denge durumu uzunluğudur ve yayı uzatıyorum.

Belli bir miktarda uzatıyorum. Belirli bir mesafe.

Ne kadar olduğu önemli değil.

Ve bunu yaptığım zaman bir çekmenin olacağını biliyorum.

Bunun tartışması bile olmaz.

Buraya bir m_1 kütlesi koyuyorum, Bu kütleyi hemen bıraktığım zaman bu çekmenin küttelede sahip olacağı ivmeyi hesaplarım.

Bunu ölçebilirim.

a_1 ivmesini ölçerim.

Şimdi bu cismi m_2 kütlesi ile değiştiriyorum. Fakat uzama aynıdır. Bu nedenle çekim aynı olmalıdır.

Yay diğer ucundaki kütlenin ne olduğunu bilmiyorum, doğru mu? Yani çekme aynı olmalıdır.

Oraya m_2 kütlesini koyuyorum. Farklı bir kütle ve yeni ivmeyi a_2 yi ölçerim.

Artık bu bir deneysel gerçektir ki $m_1 a_1$, eşittir $m_2 a_2$ dir.

Ve bu, m a çarpımını, kuvvet olarak adlandırıyoruz.

Bu bizim kuvvet tanımımızdır.

10 kat daha fazla kütle üzerine olan aynı çekme, 10 kat daha az ivme verecektir.

İkinci kanunu size okuyorum: "Bir cisim üzerine etkiyen bir kuvvet, kuvvet yönünde bir ivme kazandırır" Bu da çok önemli; ivme kuvvetin yönündedir. Ve kuvvet ma ile verilen büyüklüğe sahiptir. Büyüklüğü ma 'dır ve yönü kuvvetin yönüdür.

Ve şimdi bunu oldukça ayrıntılı olarak yazacağız.

Bu Newton'un ikinci yasasıdır. Belki de, tüm fizikteki en önemli yasadır. Fakat kesinlikle bu derste çok önemlidir. F eşit ma .

Bu kuvvetin birimi, kilogram çarpı metre bölü saniye karedir.

Bu büyük adamın onuruna, bunu 1 Newton olarak adlandırırız.

Birinci Yasa gibi, İkinci Yasa da yalnızca eylemsiz referans çerçevelerinde geçerlidir.

İkinci Yasa kanıtlanabilir mi? Hayır.

Biz buna inanıyor muyuz? Evet.

Neden bunu inanıyoruz? Çünkü tüm deneyler ve tüm ölçümler, ölçümlerin belirsizliği dâhilinde, ikinci yasa ile uyum içindedirler.

Şimdi itiraz edebilir ve bu yaptığım şeyin çok garip olduğunu söyleyebilirsiniz,

Eğer bir yerde kuvvet yok ise nasıl oluyor da bir kütleyi belirleyebiliyorsunuz? Eğer kütleyi belirlemek istiyorsanız, belki onu bir teraziye koyarsınız. Ve onu teraziye koyup kütlesini belirlemek istiyorsanız, yerçekimi kuvvetini kullanırsınız.

Kullandığınız bir çeşit döngüsel düşünce değil midir? "Ve Cevabımız" Hayır şeklindedir. Yerçekiminin olmadığı dış uzayda bir yerde olabiliriz diyebilirsiniz.

İki parça peynirim var ve onlar boyutları açısından özdeşler.

Peynirlerde boşluklar yok.

Boyutça özdeşler.

Bunların ikisinin toplamı, birisinin kütlesinin iki katıdır.

Kütle, sahip olduğum molekül sayısı, yada atom sayısı tarafından belirlenir.

Kütlelerin bağıl değerlerini bulmak için yerçekimine ihtiyacım yoktur. Hatta bu kütlelerin bağıl değerlendirilmesini kuvveti kullanmaksızın bile yapabilirim.

Bu ikinci kanunu kontrol etmek için oldukça mantıklı bir yöntemdir.

Bu ders salonundaki ve yeryüzündeki bütün cisimler, g sabit ivmesi ile düştüğü için, yerçekimi kuvveti m çarpı g şeklinde yazılabilir.

Bunu normalde a ile yazarım. Fakat burada bir istisna yapıyorum. Ve yerçekimini, burada yerçekimi kuvveti olarak adlandırıyorum. Ve şimdi yeryüzündeki herhangi bir kütle için yerçekimi kuvvetinin kütle ile doğru orantılı olduğunu görüyorsunuz.

Eğer kütle 10 kat daha fazla olursa, bu durumda yerçekimi nedeniyle olan kuvvet, 10 kat daha artacaktır.

Burada elimde bir beyzbol topunun olduğunu varsayalım.

Bu salonun referans çerçevesi içinde.

Ve biz bunu bir eylemsiz referans çerçevesi olarak kabul edeceğiz.

Bizim referans çerçevemiz içinde ivmelendirilmiyor.

Bu üzerine etkiyen kuvvetin sıfır olması anlamına gelir.

İşte top burada

Ve bir kütleyle sahip olduğunu biliyoruz.

Bu durumda kütlesi yaklaşık yarım kilodur.

Burada mg şeklinde bir kuvvet olmalıdır, ki bu 5 Newton'dur.

Fakat net kuvvet sıfırdır.

Bu yüzden, benim, Walter Lewin olarak bu topu ellerimle yukarıya doğru yaklaşık aynı bir kuvvet ile itmeme gerektiği aşikardır..

Tamamıyla aynıdır ve 5 Newton'dur

Ancak şimdi hiçbir ivme olmadığından, Walter Lewin'in kuvveti artı yerçekimi kuvvetinin sıfıra eşit olduğunu yazabilirim.

Bu bir boyutlu bir problem olduğu için Walter Lewin'in kuvvetinin eksi mg ye eşit olduğunu söyleyebilirsiniz.

F eşittir ma

Hız ya da sürat hakkında herhangi bir söylemimizin olmadığına dikkat edin.

F yi bildiğiniz sürece, ve m yi bildiğiniz sürece, a yı tek başına tanımlayabilirsiniz.

Sürat konusunda herhangi bir bilgiye ihtiyaç yoktur.

Eğer biz yerçekimini alır ve cismin 5 metre bölü saniye ile düştüğünü kabul edersek, İkinci yasa geçerli olacaktır.

Eğer 5.000 metre bölü saniye ile düşerse yine geçerli olacaktır.

Her zaman geçerli olacak mı? Hayır.

Eğer hızınız, ışık hızına yaklaşırsa bu durumda Newton mekaniği artık geçerli değildir.

Bu durumda, Einstein'ın özel görelilik teorisini kullanmak zorundasınız.

Bu sadece, hızımız ışık hızından yeterince küçük olduğu durumlarda geçerlidir.

Şimdi Newton'un Üçüncü Kanununa geliyoruz: "Eğer bir cisim bir başka cisme bir kuvvet uygularsa, " diğer cisim zıt yönde, aynı büyüklükte kuvveti o cisim üzerine uygular " Yeniden okuyorum.

"Eğer bir cisim bir başka cisme bir kuvvet uygularsa, " diğer cisim zıt yönde aynı büyüklükte kuvveti o cisim üzerine uygular " Ve normalde bu, Üçüncü Yasayı, "Etki tepkiye eşittir", şekilde özetlerim:

Ve bu durumda eksi işareti, ters yönde olduğunu gösterir. Siz koltuklarınızda oturuyorsunuz ve koltuklarınızda yerçekiminden dolayı aşağı doğru çekiliyorsunuz. Ve koltuklar sizi aynı kuvvetle yukarı doğru itecektir.

Etki, eksi tepkiye eşittir.

Beyzbol topunu elimde tutuyorum.

Bu Beyzbol topu, elimi belli bir kuvvetle iter.

Ben de bu beyzbol topunu aynı kuvvetle iterim.

Duvarı belli bir kuvvet ile iterim.

Duvar ters yönde aynı kuvvet ile geri iter.

Üçüncü yasa her zaman geçerlidir.

Cisimler hareket ediyor veya ivmeleniyor olsun, hiç fark etmez.

Her zaman, bunu cisimler arasında “değme kuvveti” olarak adlandırırız.

Bir taraftaki kuvvet diğer taraftakine daima eşittir. Fakat ters yönlüdür.

Şimdi çok basit bir örnek ile çalışalım.

m_1 kütleli bir cismimiz olsun.

Birinci cismimizin kütlesi, m_1 , 5 kilogram olsun.

Ve burada onu ikinci cisme bağladım ve m_2 kütlesi 15 kilogram.

Bir kuvvet vardır ve bu kuvvet bu yönde etkimektedir ve bu kuvvetin büyüklüğü 20 Newton'dur.

Bu sistemin ivmesi nedir? F eşit ma .

Açıkça, kütle bu ikisinin toplamıdır.

Bu kuvvet her ikisine de etkimektedir.

Böylece, m_1 artı m_2 çarpı a yazabiliriz.

Bu 20 eder ve bu da 20, O halde, a ivmesi kuvvet yönünde 1 metre bölü saniye kareye eşittir

Böylece tüm sistem 1 metre bölü saniye karelik ivme ile ivmelenmektedir.

Şimdi beni iyi izleyin.

Şimdi bu 2 nolu cismi ayırıyorum

İşte burada

İşte 2 nolu cisim.

Bu hızlanma vuku bulduğu zaman, 1 nolu cisim, 2 nolu cismi itiyor olmalıdır.

Aksi takdirde 2 nolu cisim asla hızlandırılmaz.

Bu 2 nolu cisme etkiyen kuvveti F_{12} olarak adlandırıyorum.

2 nolu cismin, 1 nolu cismin ivmesine sahip olduğunu biliyorum.

Bu zaten verilmiş.

İşte F eşit ma burada.

F_{12} , m_2 çarpı a ya eşittir.

a nın 1 olduğunu, m_2 nin 15 olduğunu biliyoruz. Bu durumda F_{12} nin büyüklüğü 15 Newton dur.

Bu kuvvet 15 Newtondur..

Şimdi 1 nolu cismi ayıracağım.

Bu 1 nolu cisim

1 nolu cisim bu F kuvvetine maruz kalmaktadır. Ki bu kuvvet 20 idi. Ve 2 nolu cisim tarafından bir temas kuvvetine maruz bırakılmalıdır.

Eğer 1 nolu cisim, 2 nolu cismi itiyor ise, 1 nolu cisim de bir şekilde 2 nolu cisim tarafından itilmelidir.

Ve bu kuvveti F_{21} olarak adlandırıyorum.

1 numaralı cismin ivmelendiğini biliyorum ve bu ivmenin 1 metre bölü saniye kare olduğunu biliyorum

Tartışması bile olmaz. Bu F kuvveti artı F_{21} kuvveti m_1 çarpı a olmalıdır.

Bu 1, bu 5, ve bu 20 dir. Ve böylece bunun eksi 15 olduğunu görebilirsiniz.

F_{21} bu yöndedir ve büyüklüğü tamamıyla F_{12} ile aynıdır.

Görüyor musunuz? 1 nolu cismin, 2 nolu cismi 15 Newton ile bu yönde itiyor.

2 nolu cisim, 15 Newton ile 1 nolu cismi geri itiyor ve tüm sistem 1 metre bölü saniye karelik ivme ile hızlanıyor.

Şimdi, bu iki örnekte de gördünüz ki

İlk örnek vasıtasıyla, elimdeki beyzbol topunun Üçüncü Yasa ile uyumlu olduğunu, ve ayrıca bu örnekte de bunun Üçüncü yasa ile uyumlu olduğunu gördünüz.

Bir cisimden diğerine olan temas kuvveti, diğer cisimden bu cisme olan temas kuvvetine eşittir. Fakat ters yönlüdür.

Bu bir ispat mıdır? Hayır.

Üçüncü yasa ispatlanabilir mi? Hayır.

Biz buna inanıyor muyuz? Evet.

Neden buna inanıyoruz? Çünkü tüm ölçümler, tüm deneyler belirsizlikler dâhilinde Üçüncü yasa ile uyumludur.

Etki eşit eksi tepkidir.

Bu, her gün yaşadığınız bir deneyim.

Bahçede bir hortumumun olduğunu hatırlıyorum. Ve musluğu açardım. Ve bahçe hortumu geriye doğru yılan gibi kıvrılırdı.

Neden? Su dışarı doğru fışkırır.

Bahçe hortumu suyu bu yönde iter.

Su, bahçe hortumunu ters yönde iter ve geriye doğru yılan gibi kıvrılır.

Etki tepkiye eşittir.

Bir balon alın.

Bir balon alın ve bu balonu şişirin ve havanın dışarı çıkmasına müsaade edin

Balon havayı iter.

Hava da, balonu itmelidir.

Ve böylece, havanın çıkmasına müsaade ederseniz, balon bu yönde gidecektir. Ki bu roketlerin çalışmasındaki temel prensiptir.

Balonla oynamaya bayılırim değil mi? Eğer böyle yapar ve havanın çıkmasına müsaade edersem, hava bu yönde dışarı çıkacaktır ve bunun anlamı balon havayı bu yönde itiyor demektir.

Hava balonu bu yönde itmelidir.

İşte gidiyor.

Aya ulaşamadı, fakat roketlerin çalışmasının temel prensibini gördünüz.

Etki tepkiye eşittir.

Eğer bir silahı ateşlerseniz, silah mermi üzerine bir kuvvet uygular ve mermi de silaha geri tepme dediğimiz aynı kuvveti uygular.

Bunu ellerinizde ve omuzlarınızda hissedersiniz.

Burada, etki tepki prensibinin güzel bir örneği olan harika bir cihazım var. Neye benzediğini sizlere yukarıdan göstereceğim.

Daha fazla detaylı bilgiyi daha sonra göreceksiniz.

Bu yaklaşık bu eksen etrafında, serbestçe döner.

Dikey eksen etrafında.

Ve burada suyu ısıtacağımız bir su deposu var.

Suyu buhara dönüştürür ve içi boş bir boru var ve buhar buradan dışarı fışkıracaktır.

Ve buhar bu yönde dışarı fışkıırırsa, tüp buhar üzerine bu yönde bir kuvvet uygular ve böylece buhar ise, zıt yönde eşit bir kuvvet uygular. Ve böylece bu alet bu şekilde dönmeye başlayacaktır.

Ve bunu göstermek istiyorum.

Bunu şimdi orada görebilirsiniz.

Biraz şansınız varsa, görürsünüz.

Onu ısıtacağız.

Yürüyüş yaptığınız zaman, yere karşı itme uyguluyorsunuz

Yer de sizleri geri itiyor, eğer yer sizi itmese, yürüyemezsiniz bile. İleriye doğru gidemezsiniz.

Eğer çok kaygan buz üzerinde yürürseniz

Hiçbir yere gidemezsiniz. Çünkü buzu itemezsiniz ve buz da sizi geri itemez.

Bu etkinin tepkiye eşit olduğunu gördüğünüz başka bir örnektir.

Bu makine "Hero makinesi " olarak adlandırılır.

Yunan Efsanesine göre, Hero, Afroditin bir rahibesi idi.

Öncelikle buna bakalım

O Afrodit'in bir rahibesi idi ve Sevgilisi Leander, onunla birlikte olmak için her gece Hellespont' u karşıdan karşıya yüzerdi.

Ve bir gece, bu yoksul adam boğuldu ve Hero kendini denize attı.

Yapılan çok romantik bir şey, fakat kuşkusuz mantıklı değil.

Öte yandan, eğer bu makineyi gerçekten icat etti ise, çok akıllı bir kadın olmalı.

Dün web de, "ask.com" a baktım. Harika.

İstediğiniz her soruyu sorabilirsiniz.

"Kaç yaşındayım?" diye sorabilirsiniz. Buna doğru cevap alamayabilirsiniz, ama her soruyu sorabilirsiniz.

Ve "Hero'nun motoru" yazdım. Ve Hero motorunun çok güzel bir yüksek teknoloji versiyonunu görüntüledi.

Bir kola kutusu

Alt kısma yakın bir yerde dört adet delik açılıyorsunuz.

Kola kutunuz burada

Burada dört delik açılıyorsunuz, Her birine bir çivi soktuğunuz zaman, her durumda çiviği aynı tarafa doğru büküveriyorsunuz. Böylece deliklere bir eğim verilmiş oluyor.

Suyun içine daldırın ve sudan yukarı doğru kaldırın. Ve şimdi bir Hero makinesine sahipsiniz.

Sizler için bunu yaptım.

Sadece 5 dakikamı aldı.

MIT atölyelerinden birine gittim. Kendime bir kola aldım, delikleri açtım. Ve işte burada

Burada suyun içinde.

Onu yukarı doğru suyun dışına kaldırırsam.

Suyun dışarı doğru fışkırdığını göreceksiniz.

İşte görüyorsunuz.

Hero makinesinin yüksek teknolojik versiyonu.

Ortalığı biraz pisletti ama bir şey değil.

Anlaşıldı.

Bir tane yapmak için çalışın.

Eğlenceli ve çok çabuk.

Katiyen çok fazla zaman almaz.

Bu yasaların bazı garip sonuçları vardır.

Bir cismin Dünyaya doğru düştüğünü farz edin.

Bir elma belli bir yükseklikten dünyaya düşmektedir. Diyelim ki, 100 metre olduğunu farzedelim.

Ve bu elmanın dünyaya varmasının ne kadar süreceğini hesaplayalım. Tabii ki bu sizin için basit olabilir.

Dünya burada.

Ve dünyanın kütlesi yaklaşık 6 çarpı 10 üzeri 24 kilogram.

Ve burası h mesafesi ve bunu 100 metre olarak alacağız

Bu elma, ve m kütlesinin yarım kilogram olduğunu kabul edelim.

Dünya tarafından elma üzerine bir kuvvet etkiyecektir. Ve işte bu o kuvvettir.

Ve bu kuvvetin büyüklüğü mg dir, ve bu 5 Newton'dur.

g yi 10 olarak alıyorum, sadece birazcık yuvarlıyorum.

Şimdi, cismin dünyaya çarpma süresi ne kadardır? Biz $1/2 g t^2$ karenin h ye eşit olduğunu biliyoruz.

Herhangi bir ilk hız ile harekete başlamıyor ve bu 100.

g 10, bu 5, bu durumda t kare 20'dir.

Böylece t yaklaşık 4.5 saniyedir.

O halde 4.5 saniye sonra, yeryüzüne çarpacaktır.

Şimdiye kadar, çok iyi.

Fakat şimdi, Üçüncü Yasaya göre, dünya elmanın maruz kaldığı kuvvete eşit fakat zıt yönlü bir kuvvete maruz kalmalıdır.

Bu nedenle dünya, aynı F kuvvetine maruz kalmalıdır.

Bu yönde 5 Newton.

Dünya ne yapacak? Dünya elmaya doğru düşecek.

F eşit ma.

Yani, dünyaya etki eden kuvvet, dünyanın kütlesi çarpı dünyanın ivmesidir.

Kuvvetin 5 olduğunu biliyoruz.

Kütlenin 6 çarpı 10 üzeri 24 olduğunu biliyoruz. Bu durumda ivme 5 bölü 6 çarpı 10 üzeri 24 olacaktır. Bu yaklaşık 8 çarpı 10 üzeri eksi 25 metre bölü saniye karedir.

Dünya ne kadar zamanda düşecektir? Dünya, onlar çarpışmadan önce kabaca 4.5 saniyede düşecektir.

4.5 saniyede dünya ne kadar mesafe hareket eder? $1/2$ çarpı dünyanın ivmesi çarpı t kare kadar hareket eder.

İşte bu hareket edeceği mesafedir.

a yı biliyoruz ve t karenin 20 olduğunu biliyoruz.

$1/2$ çarpı 20, 10 eder Bu, mesafenin bu sayı ile 10 un çarpımı olduğu anlamına gelir.

Bu yaklaşık 8 çarpı 10 üzeri eksi 24 metre eder.

Dünya 8 çarpı 10 üzeri eksi 24 metre hareket eder.

Tabii ki bunu ölçmek mümkün değildir.

Fakat bunun sadece ne harika bir kavram olduğunu düşünün. Topu yukarı fırlatıyorum. Top bana doğru geri düştüğü zaman, dünya, siz, ben ve MIT, topa doğru düşmektedir.

Top aşağı doğru her gelişinde, bizler topa doğru düşüyoruz.

Sizlerin ve dünyanın üzerine etkiyen benim kuvvetimi düşünün!

Fakat şunu düşünmek isteyebilirsiniz:

Eğer topu yukarı doğru atarsam, top dünyadan uzaklaşırken, dünyanın da toptan uzaklaştığı konusunda her şeyine sizlerle iddiasına girerim.

Ben bunu yaptıkça, gelişigüzel oynadıkça,

Bana inanın bu ne muhteşem bir duygudur,

Dünya aşağı doğru gidiyor, dünya topa doğru geliyor

Dünya aşağı doğru gidiyor ve ben de bu dünyanın bir parçasıyım. Ve sadece bu top ile oynayarak dünyayı aşağı yukarı doğru sallıyorum.

Dünyanın hareket miktarı ölçülemeyecek kadar çok küçük olduğu halde, bu Newton'un Üçüncü Yasasının sonucudur.

Şimdi sizlerle, bugün ne öğrendiğimizi de birleştireceğimiz oldukça detaylı bir örnek üzerinde çalışmak istiyorum.

Gerçek bir problem üzerinde çalışmak istiyorum.

Sınavda ya da ödevde karşılaşılabileceğiniz bir tür problem.

Bir cismi iki ipe asıyoruz. Birinci ip düşey ile 30 derecelik bir açı yapmaktadır. İkinci ip düşey ile 45 derecelik açı yapmaktadır.

Birinci ip yatay ile 60 derece ve düşey ile 30 derece ve bu ise düşey ile 45 derecelik açı yapmaktadır.

İplerin, ihmal edilebilir kütlelere sahip olduklarını varsayalım.

İpler buradan tavana bağlanmışlardır ve buraya m cismini asıyorum.

Eğer, m cisimi var ise, kesinlikle mg yerçekimi kuvveti olacaktır.

Bu cisim orada asılı duruyor. Hızlandırılmıyor. Yani net ivme sıfır olmalıdır.

Ve bu durumda, sistemdeki net kuvvetin sıfır olması için, bir ip bu yönde ve diğer ip bu yönde çekiyor olmalıdır

Şimdilik bu çekmeyi T_1 olarak adlandıralım. Bunları ipteki gerilme diye adlandıracağız. Ve bu ipteki gerilmeyi T_2 olarak adlandırıyoruz.

Ve şimdi soru T_1 ne kadar büyüklüktedir ve T_2 ne kadar büyüklüktedir? Bunu çözebileceğiniz çeşitli yollar vardır.

Her zaman işe yarayan bir yöntem.

Oldukça güvenlidir

Bunu x yönü olarak adlandırıyoruz.

İstediğiniz yönü artı olarak seçebilirsiniz. " Bunu artı olarak, bunu negatif olarak adlandırıyorum.

Ve bunu y yönü olarak adlandırabilirsiniz. Ve bunu artı ve bunu negatif olarak adlandırabilirsiniz.

Newton'un ikinci yasasından

F eşit ma olduğunu biliyorum.

Ve hiçbir ivme yok. O halde bu sıfır olmalıdır. Böylece bu kütle üzerindeki tüm kuvvetlerin toplamı sıfır olmalıdır.

Tabiri caizse, bu üç kuvvet birbirini yemelidir.

Bu durumda, x yönünde tüm kuvvetlerin toplamı sıfır olmalıdır. Çünkü x yönde hiçbir ivme yoktur. Ve y yönündeki tüm kuvvetlerin toplamı da sıfır olmalıdır.

Ve o halde, onları bileşenlerine ayıracağım.

Bu daha önce yaptığımız bir şeydir

Kuvvetleri x ve y yönünde bileşenlerine ayıracağım.

T_1 in x bileşeni bu şekildedir ve büyüklüğü, $T_1 \cos 60$ 'a eşittir.

Şimdi bunun ne olduğunu bilmek istiyorum.

Bu, T_1 çarpı $\sin 60$ şeklindedir.

Bu izdüşüm, $T_2 \cos 45$ ' e, ve y bileşeni ise T_2 çarpı $\sin 45$ şeklindedir.

x yönü ile başlıyoruz.

x yönü için, $T_1 \cos 60$ eksi $T_2 \cos 45$ eşittir sıfır şeklinde bir eşitlik var.

Bu birinci eşitlik.

$\cos 60$, 1 bölü 2'dir ve $\cos 45$ ise $\frac{\sqrt{2}}{2}$ dir.

Şimdi y yönü için yazıyorum.

Bu artı, bu eksi. Bu nedenle burada T_1 çarpı $\sin 60$ artı T_2 çarpı $\sin 45$ eksi mg eşit sıfır olmalıdır.

Burada mg ters yönlüdür.

Bu 2 nolu eşitliğim.

$\sin 60$, $\frac{\sqrt{3}}{2}$, ve $\sin 45$, $\cos 45$ ile aynıdır, ve $\frac{\sqrt{2}}{2}$ dir.

Şimdi iki bilinmeyenli, iki denkleminiz var.

Eğer bana m nin ne olduğunu söylerseniz, T_1 ve T_2 değerlerini bu eşitliklerden elde etmem gerekir.

Aslında, biz bu iki denklemi taraf tarafa toplarsak, oldukça kolay olacaktır. Çünkü bu ikisi de $\frac{\sqrt{2}}{2}$ olduğundan birbirini yok edecektir.

Ve böylece hemen $\frac{1}{2}$ çarpı T_1 artı $\frac{\sqrt{3}}{2}$ çarpı T_2 eşit mg olmalıdır. Ve buradan T_1 gerilmesinin mg bölü bir artı $\frac{\sqrt{3}}{2}$ e eşit olduğunu elde edersiniz.

Şimdi bu eşitliğe gidebilirim.

$\frac{1}{2}$ çarpı T_1 , eşit $\frac{\sqrt{2}}{2}$ çarpı T_2 olur.

Her iki taraftan $\frac{1}{2}$ yi götürüyorum. Böylece T_2 ; T_1 bölü $\frac{\sqrt{2}}{2}$ e eşit olur.

Böylece sonuç; eğer bana m nin ne olduğunu söylerseniz, sizlere, T_1 'in ne olduğunu, T_2 nin ne olduğunu söyleyebilirim.

Kütleyi 4 kilogram olarak aldığımızı varsayalım.

m eşittir 4 kilogram, Eğer g yi kolaylık olsun diye 10 alırsak, mg yaklaşık 40 eder

Eğer bu değerleri yerlerine yazarsanız T_1 , yaklaşık 29.3 Newton'dur.

Ve sanırım T_2 yaklaşık 20,7 Newton'dur.

Bunun deneyini yapmak oldukça zordur. Fakat ben denedim.

Birkaç dakika içinde sizlere göstereceğim.

Sizlere belki daha zarif bir metodun var olduğunu da göstermek istiyorum. Bu metodu iki yönde bileşenlere ayırmanın olmadığı bir yöntem olarak görebilirsiniz.

Bu mg , bize verilmiştir.

Ve diğer yönlerin de verildiğini biliyoruz.

Buradaki açı 30 derece ve buradaki açı 45 derece.

Eğer bu iki kuvvet, bunu yok ediyor ise, Bunu neden ters yönde çevirmiyorum? İşte yapıyorum

Bunu üzerine ters çeviriyorum.

İşte burada.

Şimdi T_1 ve T_2 nin birlikte toplamı, buna eşit olmalıdır.

Bu durumda problem çözülmüştür. Ve net kuvvet sıfırdır.

Eh, bu kolaydır.

Bunu yapıyorum.

Ve şimdi T_1 ve T_2 nin, güzel bir çizimini elde ettim.

Artık her hangi bir Fizik yok. Her şey bitti.

Buradaki açının 45 derece olduğunu biliyorsunuz. Yani bu 45 derece.

Bu 30, bu 30 derece.

Tüm açıları ve mg nin büyüklüğünü biliyorsunuz. Böylece bu bir lise problemidir.

Bir tarafta tüm açılarını bildiğiniz bir üçgen var;

Diğer tarafları hesaplayabilirsiniz. Ve tabii ki tam olarak aynı cevapları bulmalısınız.

Bunun deneyini yapmak için girişimde bulunduk.

Gerilimi nasıl ölçeriz? Bu hatlara, dinamometreler ekliyoruz. Bu oldukça sorunlu, inanın bana.

Buraya bir dinamometre koyuyoruz. Buraya da bir dinamometre koyuyoruz. Ve aşağıya dinamometreli bir yay asıyoruz. Ve daha sonra buraya dört kilogram asıyoruz.

Bu dinamometrelerin kütleleri yok ve bu pratikteki problemlerden biridir.

Bu ölçekler doğru değillerdir. Bu nedenle, bu değerlere yakın değerler bile okuyamayabiliriz.

Buraya dört kilogram koyacağım; bunun 40 Newton veya benim aletimin ne ölçüde doğru okuduğuna bağlı olarak 40 Newton civarında bir değer okumasını istiyorum.

Bunlar yay, yaylar uzar ve yay uzadığı zaman, kolumla ibreyi taklit ettiğim gibi; bu ibre sapar.

Bunun nasıl çalıştığını açıkça görebilirsiniz. Çünkü alt dinamometrede, bu yönde bir kuvvet var ise, bu kuvvet mg dir. Ve ivmelenmemektedir. Bu durumda yay, net kuvveti sıfır yapmak için yukarıya doğru çekmek zorundadır.

Ve eğer burada aşağıya doğru bir çekme var ise, bu durumda yukarı doğru bir çekme söz konusudur. Burada bir yayınız var ve böylece kuvvetin nasıl ölçüldüğünü görüyorsunuz.

Bunu çok sık yaparız.

Yaylardaki gerilmeleri, yaylar ile ölçeriz.

Ne pahasına olursa olsun, sizlere nasıl bir deney düzenlediğimizi göstereceğim.

Belirsizlikleri, bilinmeyen bir ölçümün anlamı yoktur.

Bunu size söylemiştim.

Bu yüzden, belki şimdi yapacağım şey anlamsızdır.

Bir kere de olsa, anlamsız bir şey yapayım.

Ve bunu gösterdiğim zaman, görmeyesiniz diye daima gözünüzü kapatabileceğinizi hatırlayın.

Burada yaklaşık 60 derecemiz var. Bu yaklaşık 45 derece. Ve aşağıya dört kilogram asacağız.

İşte buraya.

Tamam, bu 40' tan çok sapmamış.

Şaşılacak durum yok.

Bu 20.7 den çok sapmamış.

Bu biraz düşük.

Belki biraz yukarı itebilirim.

Sanırım 30 a yakın.

Çok kötü değil.

Görüyorsunuz ki, bu açıları tam olarak ayarlamak oldukça zor, fakat çok da fazla sapmamış.

Bunu, sizin görüşünüzü engelleyeceği için tekrar uzaklaştıralım.

Görebileceğiniz gibi, bu dinamometreleri Newton olarak kalibre ettim.

Şimdi, oldukça zarif bir şeye geliyoruz.

Şimdi sizin dikkatinize ve yardımınıza ihtiyacım var.

Bir bloğum var.

Orada görüyorsunuz.

Ve bu blok 2 kilogramdır.

Kırmızı bir blok.

İşte burada.

Kırmızı renkli.

Ve iki ipim var.

Bir siyah ipten buraya asılmıştır ve burada da siyah ip var.

Kırmızı ipi göz önünde bulundurmayın. O sadece emniyet içindir.

Fakat oldukça ince bir teldir. Burada ve burada

Ve siyah ipler birbirinin aynıdır.

Çünkü onlar, aynı parçadan elde edilmiştir.

Bu iki kilogram kütleyle sahiptir. Ve bu ipin kütlesi yoktur.

Bu iki kilogram.

Bir numaralı ip olarak adlandırdığımız üst ipteki gerilme ne kadardır? Bu iki numaralı ip.

Bu ip, iki kilogramlık kütleyle taşıyabilmelidir. Yani gerilme 20 Newton olmalıdır.

Ve burada T_1 olarak adlandırdığımız gerilmenin yaklaşık 20 Newton olduğunu bulacaksınız.

Bu gerilme bu cismi yukarı doğru çekiyor.

Ayrıca yeri gelmişken, tavandan aşağı doğru da çekiyor.

Tavandan aşağı doğru çektiğini düşünün.

Buradaki gerilme 20 Newton..

Buraya bu dinamometrelerden birini koyabilirdik ve yaklaşık 20 Newton olduğunu görebilirdiniz.

Buradaki gerilme nedir? Buradaki gerilme sifıra oldukça yakındır.

Ona asılı herhangi bir şey yoktur. İpin de herhangi bir kütlesi yok. Bu yüzden orada bir gerilme yoktur.

Bunu görebilirsiniz.

Şimdi buradan çekeceğim. Ve bunlardan birisi kopana kadar aşağı ipteki gerilmeyi artıracam.

Bu gerilme büyüyor ve büyüyor ve böylece, bu cisim ivmelenmediğinden, şimdi aşağı doğru bir kuvvet elde edeceğiz.

Bu durumda, bu gerilme artmalıdır, doğru mu? Eğer buna bir kuvvet uygularsam,

Burada bir kuvvet var, mg var ve bu durumda tabii ki bu ip üzerinde mg artı bu kuvvet olmalıdır.

Yani, gerilme burada artacaktır ve gerilme burada da artacaktır.

İpler mümkün olduğunca aynıdır.

Hangi ip daha önce kopacaktır? Ne düşünüyorsunuz?

Affedersiniz?

Seni duyamıyorum.

Üstteki.

Kimler üstteki diyor? Kimler hayır, alttaki diyor?

Kim bunların kopmayacağını söylüyor? Tamam, bakalım.

Üstteki.

Büyük olasılıkla, değil mi? Üç, iki, bir, sıfır.

Alttaki koptu.

Aman Tanrım.

Newton'un ikinci Yasası tehlikede mi?

Newton'un Üçüncü Yasası tehlikede mi?

Bütün dünya tehlikede. Bir şeyler yolunda gitmiyor.

Buradaki gerilmeyi artırdım, bu kopmadı.

Belki bu daha sağlam.

Hayır, size hile yapmıyorum.

Ben sihirbaz değilim.

Sizlere fizik öğretmek istiyorum.

Bir şeyleri gözden kaçırdık mı? Sizlere ikinci bir şans vereceğim.

Bunu yeniden yapacağım.

Şimdi başka bir oylama yapalım.

Sizlere fikrinizi değiştirmek için bir şans daha vereceğim.

Fikrinizi değiştirmede yanlış olan bir şey yok..

Bu yapabileceğiniz büyük şeylerden biri.

Şimdi ne olacağını düşünüyorsunuz? Kimler hala üsttekinden yana? Görmek inanmaktır.

Hala üstteki için ısrar ediyor musunuz? Şimdi kimler alttakinden yana? Ah, çoğunuz fikir değiştirdi değil mi? Tamam, başlıyoruz.

Üç, iki, bir, sıfır.

Üstteki koptu.

Bazılarınız haklıydı.

Şimdi kafam çok karıştı.

Artık buna inanmam.

İlk önce üstekinin kopması gerektiğini iddia ettik. Fakat kopmadı.

Alttaki koptu.

Sonra başka bir oylama yaptık ve üstteki koptu.

Birisi bizi işletiyor mu? Bunu bir defa daha yapmayı tavsiye ediyorum.

Bunu bir defa daha yapmayı tavsiye ediyorum. Her ne olursa olsun. Bu kazanandır.

Eğer yukarıdaki koparsa, kazanan odur.

Eğer alttaki koparsa, bunu kabul etmemiz gerekir.

Fakat yeniden oylamanızı istiyorum.

Sonucu belirleyecek olan bu ölçümde üstekinin mi yoksa alttakinin mi kopacağı yeniden oylamanızı istiyorum. Kimler üstekinden yana?

Birçoğunuz korktunuz değil mi? Artık oylamıyorsunuz!

Oy kullanmayacağınızı söyleyebilirim.

Kimler alttakinden yana? Sadece on kişi mi?

Haydi demokratik olmayan bir şekilde yapalım.

Sen karar vereceksin.

İsmin ne? Alicia mı? Georgia, oldukça yakın.

Üsttekinin mi veya alttakinin mi kopacağına sen karar vereceksin.

Harika değil mi? Size bir miktar fantastik güç vermiyor mu?

Alttaki.

Alttaki.

Hazır mısınız? Üç, iki, bir, sıfır.

Alttaki koştular.

Sen haklısın.

Bu dersi geçeceksin.

Teşekkürler ve gelecek derste görüşürüz.

Bu arada, bunun hakkında düşünün.