



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 26

Şimdi oldukça aşına olduğumuz denge durumunda l uzunluğu ve k yay sabiti olan bir yay aldığımız zaman, bu yayı biraz kuvvet uygulayarak uzatabilirim.

Bu durumda yay, yay kuvveti ile karşı koyacak ve denge durumunda olacaktır.

Bunu sıfır konumu olarak alıyorum ve şimdi burasını daha önce kullandığımız x yerine Δl olarak alıyorum.

Eğer kuvveti iki katına çıkarırsam, bu durumda Δl iki katına çıkacaktır.

Hooke Kanunu kuvvetin Δl ile lineer orantılı olduğunu söyler. Diğer bir deyişle, Δl , F ile orantılıdır.

Hooke Kanunu geçerli olduğu sürece, yeni bir şey yoktur.

Eğer yayı iki kat daha uzun yaparsam, bu durumda uzamayı iki kat olarak elde ederim. Çünkü iki yayı seri olarak bağladığım için, bu kuvvetin etkisi altındaki her biri bu kadar uzayacaktır.

İki yayı seri olarak bağladığım için, Δl yi iki kat daha uzun elde ederim.

Böylece, Δl benim yayımın uzunluğu ile doğru orantılıdır.

Eğer iki yayı paralel olarak bağlarsam, birini böyle ve birini böyle, denge uzunlukları l , yay sabitleri k ve şimdi buna bir kuvvet uygularsam, bu durumda bu yayların kuvvetlerinin her biri sadece bunun yarısı olacaktır.

Birlikte bu kuvvete karşı koyarlar.

Başka bir deyişle, bu dış kuvveti uygulayarak elde edeceğim Δl uzama miktarı tek yay durumunda elde edilenin yarısı olacaktır. Eğer üç tane paralel ve özdeş yay bağlarsam bu durumda verilen bu kuvvet için sadece 3 te 1 uzama elde ederim.

Başka bir deyişle, bu yayların özdeş olduğunu varsayarak, Δl yayların sayısı ile ters orantılıdır.

Şimdi A kesit alanına ve l uzunluğuna sahip olan bir çubuk veya bir tel kullanacağım. Ve buradan bir kuvvet uygulayacağım.

Bu kuvvetin sonucunda, aynen yaylarda olduğu gibi Δl kadar bir uzama verecektir.

Ve eğer bu kuvveti daha büyük yaparsam, kesinlikle Δl artacaktır ve Hooke Kanunu geçerli olduğu sürece, yay kuvveti Δl ile doğru orantılı olmak şartıyla, çubuk tarafından sağlanan yay kuvveti bunu dengeleyecektir.

Yine, Δl nin kuvvet ile orantılı olduğu durum söz konusudur.

İki kat kuvvet için, iki kat Δl elde ederim.

Eğer bu iki çubuğu birlikte koyarsam, çubuğun uzunluğunu iki kat elde ederim.

Bu durumda kesinlikle her çubuk kuvvete maruz kalacağından Δl yi iki kat olarak elde ederim. Her çubuk Δl kadar uzayacaktır. Böylece iki çubuk iki Δl kadar uzayacaktır.

Böylece yine Δl , F ile orantılıdır.

Şimdi bu iki çubuğu birbirinin yanına koyduğumu düşünelim.

Aynen paralel yaylardaki gibi paralel olduklarına dikkat edin.

Ve buraya F kuvveti uyguluyorum.

Bu durumda eğer bunu yay kuvveti olarak adlandırırsam, her biri üzerindeki yay kuvveti buradakinin tersi yönde yarısı olmak zorundadır.

Yani her ikisi de aynı kesit alanına sahip olacaklar, böylece şimdi, iki kat kesit alanı durumunda sadece yarı Δl değeri elde ederim.

Ve şimdi eğer bir çubuk için burasını $2A$ olarak yaparsam, bu durumda bu ile bu tamamıyla özdeştir ve verilen bu kuvvet için yarım Δl uzunluğu elde ederim.

Ve böylece, Δl nin çubuğun kesit alanı ile ters orantılı olduğu bir durum elde ederim.

Şimdi bunları göz önünde bulundurarak, Δl kuvvet ve F ile doğru orantılı ve kesit alanı ile ters orantılıdır diyebiliriz. Bu durumda F bölü A , Δl bölü F ile orantılıdır ve bu orantı sabiti büyük Y ile gösterilir ve buna Young modülü adı verilir.

Bu Young modülü ya da Young büyüklüğüdür.

F bölü A , yani kuvvet bölü alan, basınç boyutundadır ve bu bizim stres yani zorlama olarak adlandırdığımız şeydir.

Ve Δl bölü L boyutsuz olup biz bunu strain yani zorlanma olarak adlandırırız.

Eğer farklı Young modülü değerlerine sahip iki çubuğu karşılaştırsak, bu durumda aynı zorlama değeri için daha küçük Y değerine sahip olan çubuk daha büyük zorlanma değeri verecektir.

Başka bir deyişle, bunu uzatmak daha kolaydır.

Eğer Young büyüklüğü çok büyükse, bu durumda son derece serttir.

Bu durumda bu çubuğu uzatmak oldukça zordur.

Burada sizler için bazı değerler veriyorum ve bunlar aynı zamanda Web'de de var. Bu yüzden kopyalamanıza gerek yok.

Ve burada çeşitli metaller için Young modülü değerlerini görmektesiniz. Ve aynı zamanda aşağıda naylon için Young modülü değeri de yazılıdır. Ve bugün bunları kullanarak oldukça çok çalışacağız.

İlk olarak söz konusu olan şeyin ne olduğu hakkında fikir sahibi olmak için basit bir deney yapabiliriz.

R yarıçapı 0.5 santimetre olan bir çubuk alabilirim.

Bu bana kesit alanı için 8 çarpı 10 eksi 5 metrekare değerini verecektir.

Bu kalınlıkta bir çubuk.

Bunu çok basit yapabilirim.

Uzunluğu bir metre yaparım ve çubuğun altına M kütlesi 500 kilogram olan bir kütle asarım.

500 kilogram mı istiyorum? Evet, 500 kilogram istiyorum.

Başka bir deyişle, çubuğu çekeceğim kuvvet yaklaşık 5.000 Newton'dur.

Şimdi kendime bu çubuğun ne kadar uzayacağı sorusunu sorabilirim. Bu Δl değerini F bölü A çarpı l bölü Young modülü eşitliğinden elde ederiz.

Ve biz F nin, l nin ve A nın ne olduğunu biliyoruz.

Yani bu durumda verilen değerler için bu değer 6.3 çarpı 10 üzeri 7 ye eşit olur.

Ve şimdi bir örnek olarak çeliğe bakabiliriz.

Yani çeliği alabiliriz.

Y, 20 çarpı 10 üzeri 10 Newton bölü metre karedir.

Ve bunu burada yerine koyarız. Ve bu durumda Δl uzamasını sanırım milimetrenin sadece 3 te 1i olarak elde ederiz.

Gerçekten, 0.3 milimetre.

Bir düşünün: 1 santimetre kalınlığında çelik bir çubuk, 1 metre uzunluğunda ve ben ona 500 kg asıyorum ve çubuk sadece milimetrenin onda üç kadar uzuyor.

Sizler bunu göremezsiniz bile.

Ancak, eğer gidip bir çubuk yaparsanız; bu bir ip de olabilir.

Eğer bunu 55 kat daha düşük Young modülüne sahip olan naylondan yaparsanız,

O sayıyı kullanmak zorunda değilim.

Yaklaşık 55 kat daha küçüktür. Bu durumda Δl , 55 kat daha büyük olacaktır.

Bir milimetrenin üçte yerine, 17 milimetre gibi bir değer elde ederim.

Ve siz bunu çıplak gözle görebilirsiniz.

Bu kalınlıkta bir naylon alıyorum.

Ve ona 500 kilogram asıyorum ve onun 1.7 santimetre daha uzun olduğunu görüyorum.

Bunu gözlerinizle görebilirsiniz.

Bu çubuklara daha fazla ağırlık eklemeye başlarsam, bugün tartışacağımız gibi bu durumda oldukça ilginç olan şeyler meydana gelecektir.

Üzerine ağırlık eklemeye devam ettikçe bir şeyin olacağı kesindir. Kopacaktır.

Ve kopma noktası orada üçüncü sütunda verilmiştir ve biz bunu nihai kopma gerilmesi olarak adlandırırız.

Böylece F bölü A , yani bu değer çok büyürse, bu durumda taşıyıcı basitçe kopacaktır.

Eğer buradaki durumu çelik çubuk durumunu ele alırsak, F bölü A , 6.3×10^8 üzeri 7 dir.

Çünkü / bir. hatırlayın.

Bu durumda oraya bakarsanız, bu değer altındadır ve çelik kopmayacaktır.

Çok güvendedeyiz. Çünkü F bölü A değeri 5×10^8 olana kadar bu kopmayacaktır.

Böylece bu değerden yaklaşık 10 kat uzaktayız; bir problem yok.

Hatta naylon bile güvenlidir. Çünkü naylon için zorlama 3×10^8 üzeri 8 olduğundan, naylon bu değere ulaşana kadar kopmayacaktır.

Eğer çubuğu alüminyumdan yaparsak, bu durumda 6.3×10^8 üzeri 7 değerine oldukça yakınsınızdır.

Böylece eğer 5.000 kilogramdan biraz daha fazla kütle eklersek, alüminyum çubuğunuz kopacaktır.

Böylece bu metallerin özelliklerinin gerçekten çok mu çok farklı olduklarını görmektesiniz.

Şimdi, kopmadan önce, artık zorlamanın, zorlanma ile orantılı olmadığı bir durum elde ederiz.

Diğer bir deyişle, birazdan bir gösteri deneyi ile açıklayacağım gibi, biz Hooke Kanunundan vazgeçeriz.

Malzeme deforme olmaya başlar. Bir bakıma akmaya başlar.

Ve hatta ağırlığı kaldırırsanız bile, artık orijinal uzunluğunda olamayacaktır.

Başlangıç uzunluğuna geri dönemeyecek, fakat çok daha uzun olacaktır.

Ve ben burada sizlere zorlamaya karşı zorlanma eğrisinin neye benzediğini çizmeye çalışacağım.

Buraya Δl bölü l yi ve buraya F bölü A yı çizeceğim.

Yani bu zorlama yani stres ve bu ise zorlanma yani strain'dir.

Başlangıçta, oldukça doğrusal olan bir bölümünü göreceksiniz.

Burası Hooke Kanununa uyar.

Ve daha sonra, kuvvet eklemeye devam ettiğiniz zaman ve bunu üzerine ağırlıklar asarak yerçekimi ile yapacağız; bu durumda bükülmeye başlar ve burada esneklik limiti dediğimiz bölgeye ulaşır.

Ve bu kısım artık doğrusal olmasa bile, Hooke Kanunu artık geçerli olmasa bile, eğer çubuğa veya tele asılı olan kütleyi kaldırırsanız, hala sıfır noktasına tekrar dönecektir.

Bu noktayı bir kez geçerseniz, artık bu durum geçerli değildir.

Üstelik şimdi zorlamadaki küçük bir artışın çok büyük bir zorlanma vereceğini göreceksiniz. Böylece, çubuk çok küçük bir artı zorlama ile aniden oldukça uzayacaktır.

Ve eğer şimdi çubuğun üzerindeki ağırlığı alırsanız, çubuk sıfır noktasına gelmeyecektir, fakat buralarda bir yere gelecektir. Ve böylece kalıcı olarak deforme olmuştur.

Ve genel olarak çubuk ısınır ve yapmış olduğunuz iş ısıya ve çubuğun deforme olmasına gider.

Ve böylece bu eğri bu şekilde gider ve daha sonra bu şekilde gider ve burada kesilir.

Ve buradaki üçüncü sütunda verilen F bölü A değerinde kopacaktır.

Sizlerle bu yatay kısmı tartışmak istiyorum.

Biraz şans ile bunu benim gösterimde görebiliriz. Fakat gerçekten o noktayı elde etmek oldukça zordur.

Eğer eğrinin bu kısmı yatay ise, bu herhangi bir F bölü A değeri olmaksızın telin uzadıkça uzaması anlamına gelir. Ve biz bunu plastik akma olarak adlandırırız.

Böylece tüm bu kesim plastik akma bölgesidir.

Neredeyse bir sıvı gibi olur.

Ve daha sonra tam burada, oluşan oldukça garip bir şey vardır.

Bu durumda kopma olayı gerçekleştiği zaman, buradaki zorlama aslında buradakinden daha küçüktür. Ve bu sizlere sınıfta gösteremeyeceğim bir şeydir. Fakat sizlere bunun neden gerçekleştiğini açıklayabilirim.

Bu noktayı geçtiğiniz zaman, çubuk incelmeye başlar ve bunu elde edersiniz.

Nerede inceleyeceği tahmin edilemez. Fakat bir yerde incelmeye başlayacaktır ve buradaki alan A üssü halbuki buradaki kesit alanı A dır.

Ve böylece F bölü A üssü F bölü A dan daha büyük olacaktır.

Eğer bu deneyi kontrol edilebilir biçimde yapabilirseniz,

Ve bunu yapmak için tasarlanmış cihazlar vardır,

bu durumda F bölü A oranını küçültebilirsiniz. Yani zorlama küçülecektir fakat F bölü A üssü değeri hala artacaktır. Ve bundan dolayı Δl değeri de artacaktır.

Ve özellikle bu metalleri test etmek için tasarlanmış makineler vardır. Yaptıkları şey F yi oldukça küçük adımlarla arttırmaktır.

Ve böyle bütün eğriyi tararlar.

Fakat plastik akma bölgesine vardıkları zaman, kuvveti artırmadan önce azaltırlar.

Ve eğer kuvveti azaltıldığı zaman Δl artıyorsa, azaltmaya devam ederler ve bu kısmın grafiğini elde etmenin yolu da budur.

Fakat bizlerin bunu yapması mümkün olmayacaktır.

Son derece kırılğan olan metaller de vardır. Eğri çok benzer olsa bile, bütün bu özelliklere sahip olsa bile.

Bu durumda, bu nokta burada olacaktır.

Bu durumda bu tüm eğri zorlanma ekseninde oldukça küçük bir bölgeye sıkışacaktır.

Ve bu yüzden bunun çoğunu göstermek istiyorum, en azından bazılarını göstermek istiyorum. Ve bunu orada olan düzenek ile yapacağız. Ve temel fikrin bir çizimini yapacağım.

Bir bakır telimiz var.

Birazdan boyutlarını benden öğreneceksiniz.

Ve bakır tele bir çubuk, sağlam bir çubuk ekleyeceğiz.

Ve katı çubuğun ucunda bir ayna var.

Ayna bu.

Ve biz ağırlıkları buraya asacağız.

Fakat bu ayna bir platformun üzerindedir ve kendi ekseni etrafında bu noktada dönebilir fakat aşağı inemez.

Platform sabittir.

Oldukça yakın olanlarınız için, platformun nerede olduğu yer burasıdır.

Bu sabit bir platformdur.

Ve böylece ayna sadece eğilebilir fakat aşağı gidemez.

Ve şimdi sizlere tel uzadığı zaman neler olacağını göstereceğim.

Tel budur ve burası ise bu çizginin olduğu yerdir.

Fakat şimdi bu tel uzamıştır.

Böylece tel şimdi Δl miktarı kadar daha uzundur.

Yani şimdi bu nokta bu çubuğun eklendiği noktadır.

Ve şimdi ayna böyle olacaktır.

Eğilmiş bir aynamız söz konusudur.

$\Delta\theta$ açısı kadar eğilmiş bir aynamız var ve bu uzunluk l dir.

Ve biz altına bir M kütlesi asacağız ve bunu arttıracacağız.

Ve aynanın üzerine yansıtacağımız bir lazer ışınımız var.

Lazer ışını böyle geliyor.

Ve bu aynaya diktir ve böylece buradaki açı $\Delta\theta$ dır.

Ve lazer ışını yansıyor ve bu şekilde dönüyor. Ve bu açı da, kesinlikle $\Delta\theta$ dır.

Bu aynanın bir özelliğidir.

Ve bu lazer ışını aynanın üzerine düşürecekimiz lazer ışınıdır.

Lazer buradadır ve aynaya düşüyor ve oradaki duvardaki nokta bu ışının yansıdığı noktadır.

Yani biz sizlere duvardaki noktanın nerede olduğunu göstereceğiz. Ve duvar oldukça uzaktadır.

Telden büyük L kadar uzaktadır.

Ve birazdan neden böyle yapıyor olduğumuzu göreceksiniz.

İlk olarak bu cihazın boyutlarını sizlere vereyim.

l , 36 santimetredir.

Bu bakırdır.

Bu çubuğun d uzunluğu 7.5 santimetredir.

Ve duvara olan uzaklık yaklaşık 16 metredir.

Bakır telin yarıçapı, daha doğrusu çapı bir inçin 20 bölü 1000'i kadardır.

Bu bize üretici firma tarafından çap olarak verilmiştir.

Ve bu kesit alanı olarak 2 çarpı 10 üzeri eksi 7 metre kare eder.

Tamam, bu $\Delta\theta$ açısının, buradaki açının, Δl bölü d olduğuna dikkat edin.

Yani $\Delta\theta$, Δl bölü d ye eşittir.

Duvara yansıyan ışık duvara l mesafesinde çarpılmaktadır. Dolayısıyla duvardaki y uzunluğunu Δy olarak adlandırıyorum, yani duvardaki yer değişimine Δy diyorum ve bu Δy bölü l değeri $2\Delta\theta$ ya eşit olacaktır.

Bu küçük açı yaklaşımıdır. Oldukça iyi bir yaklaşımdır; θ radyan birimindedir.

Bu açı $2\Delta\theta$ dır. Çünkü buradaki değişimin $2\Delta\theta$ olduğunu görüyorsunuz.

Ve böylece Δy , $2L$ çarpı $\Delta\theta$ ya eşittir. Bu da Δy nin $2L$ çarpı Δl bölü d ye eşit olması demektir.

Ve şimdi yapmış olduğumuz şeye bakınız: Şimdi ölçemeyecekimiz bir şeyi, çünkü Δl milimetrenin kısımları kadardır, duvar üzerinde ölçebileceğimiz bir şeye dönüştürdük. Çünkü bu oran, $2L$ bölü d 'dir ve bizim durumumuzda verilen değerler için yaklaşık 425 tir. Bu büyütme faktörü gibi bir şeydir.

Böylece eğer lazer ışınının duvardaki yer değiştirmesinin 40 santimetre olduğunu elde edersek, ki bunu görmek oldukça kolaydır, bu, telin sadece 1 milimetre uzadığı anlamına gelir.

Yani oradaki 40 santimetre buradaki 1 milimetreye karşılık gelmektedir. Eğer biz lazer ışınının 4 metre yukarı çıktığını görürsek, bu telin sadece 1 santimetre uzadığı anlamına gelir.

Böylece bu etkiyi büyütmek ve ölçüm yapmak için mükemmel bir yöntemdir.

Şimdi bakır telin ucuna kütle yükleme girişiminde bulunacağım.

Oo, aslında bunu böyle bırakabiliriz ve böylece o eğriyi görebilirsiniz.

Biz burada yarım kiloluk kütleyi yükleyerek başlayabiliriz.

Bu durumda lazer noktasının duvarda ne kadar yukarı çıktığını yazacağım.

Ve daha sonra ağırlığı yani kuvveti arttırma adımları arasında, kütleleri kaldırırsam, çubuğun tekrar orijinal uzunluğuna dönüp dönmediğini görmeye çalışacağız.

Ve sizler belli bir zaman sonra, kalıcı deformasyonun olduğunu göreceksiniz. Bu durumda tel artık orijinal uzunluğuna geri gelemeyecektir.

Başka bir deyişle, lazer noktası duvarda tekrar sıfır konumuna geri dönmeyecek, daha yukarıda bir yerde kalacaktır.

Ron, Ooo arkaya saklanmışsın.

Belki öğrenciler de görebilsin diye projektörü yoldan kaldırmalıyız.

Bakır tel buradadır ve bazılarınız için görmek oldukça zor olabilir.

Sadece bir inçin 1. 000 de 20 si kalınlığında.

Dönebilen ve açısını değiştirebilen ayna burada.

Ve Ron buraya ağırlıklar koyacak ve daha sonra iki ölçüm arasında ağırlıkları tekrar kaldıracacağız ve zorlamaya karşı zorlanma eğrisini elde etmeye çalışacağız. Sadece bu eksenin kütlesi olarak alacağız. Bu benim için daha kolaydır,

Çünkü biz A'nın ne olduğunu biliyoruz ve böylece F bölü A'yı hesaplayabiliriz.

Şimdi bu çok önemli değil.

Ve burada sadece Δy var.

Fakat Δy 'nin her zaman Δl 'den 425 kat daha büyük olduğunu aklınızda tutun.

Şimdi grafiği çizeceğiz ve buna benzer bir eğri elde edip edemeyeceğimizi göreceğiz.

Eğer Ron ilk yarım kilogramı koyarsa,

Ayna her zaman biraz salınacaktır. Bundan dolayı biraz sabırlı olmak zorundayız. Ve başlangıçta sıkılabilirsiniz. Çünkü eğrinin doğrusal kısmını elde edeceğiz.

Dolayısıyla çok yavaş, adım adım gidecek.

İlk yarım kilogram için 5 santimetre elde ettik.

Acaba bu yarım kilogramı kaldırabilir misin? Gerçekten sıfıra dönüyor.

Belki çok az miktarda yukarıda ama bu çok önemli değil.

Onu bir kilogram yapabilir misin? Evet, daha yükseğe çıktığı açık.

Yaklaşık 9 santimetre, 9, 10, Böylece doğrusal bölgede olduğumuzu görmektesiniz.

9 veya 10 santimetre.

Ron, yarım kilogramı kaldırabilir misin? 1 kilogram, üzerinde 1 kilogram vardı.

Sadece beklemek zorundayız. Biraz durgunlaşsın, sönsün.

Salınım yapmakta çünkü.

1 yada 1.5 santimetre kadar olan oldukça küçük bir deformasyonun olduğunu görmeniz mümkündür.

Buraya bir soru işareti koyuyorum.

Uzaması mümkündür.

Üzerine 1.5 kilogram koyabilir misin? Evet, sanırım neredeyse soru işareti kaldırabilirsiniz.

Şimdi 1.5 kilogramdayız.

Eğer tam olarak doğrusal ise, bu durumda 15 gibi bir değer bekleyebilirsiniz.

Evet, gerçekten 15. Böylece hala iyi durumda.

Kütleleri kaldırabilir misin? 1.5 kilogramı

Fakat artık orijinal uzunluğuna geri dönmek istemediğini görüyorsunuz.

Şimdi kesinlikle daha uzun.

Kalıcı deformasyon oluştu ve şimdi 6 santimetre gibi bir değerdeyiz.

Kütleyi 2 kilogram yapabilir misin? 2 kilogram.

Eğer doğrusal ise, 20 ye yakın bir değer bekleyebilirsiniz.

Hala inanılmaz bir şekilde doğrusal.

Bu değer görebildiğim kadar 20 ye yakındır. Fakat tüm bu değerler yarım santimetre belirsizlikten daha hassas değildir.

2 kilogramı kaldırabilir misin? Oo, şuna bakın.

Şimdi net bir deformasyon söz konusudur.

Artık sifıra dönemez

Ve şimdi kesinlikle 10 santimetre daha uzun.

Şimdi kütleyi 2.5 kilogram yapabilir misin? Artık yavaş yavaş sizlerin görmenizi istediğim kısma yaklaşıyorsunuz. Ve bu nokta bir roketin havalanması gibi bir noktadır. Ve oldukça küçük bir ağırlık ile ciddi anlamda hareket etmeye başlayacaktır.

Henüz o noktaya yaklaşmadık fakat oldukça yakın.

Şimdi değerimiz 26.

25, 26

Hala oldukça doğrusal görünüyor.

Kütleyi kaldırabilir misin Ron? Artık kütleyi kaldırmaya gerek yok. Çünkü kalıcı deformasyonu elde ettiğimiz açıktır. Ve böyle yapmanın artık bir önemi yok. Neden kütleyi 3 kilogram yapmıyorsunuz? Değer kaç idi? Söylediğim değer kaç idi? 20 ne? 25 gibi bir şey? Şimdi kütlemiz 3 kilogram değil mi? Bu tel orada dayanıyor, sizlere söylemeliyim.

32, evet.

Kütleyi 4 kilogram yapabilir misin? Şimdi duvara çok dikkatli bakın. Çünkü şimdi drama başlamak üzeredir.

Ne dedim? 30 kaçtı? 32 dedim.

4 kilogram.

Oo, hala hareket ediyor, hala hareket ediyor.

52, 53 de kalıyor.

Şimdi, tahtaya bakmayın

Sadece bu noktaya bakın

Sayıyı unutmayın. 53 tü değil mi?

Şimdi bir kilogram daha ekleyebilir misin? Ve buna bakın

Neredeyse iki kat daha uzun oldu ve hala hareket ediyor.

Hala hareket ediyor.

Umarım duracak

53 değerini yazacağım.

5 kilogram.

5 kilogram için yapıyoruz doğru mu? 97.

Şimdi 6 kilogramı koy

97.

Bana hatırlat 97,

Şimdi, bu noktaya bakın.

Evet, şimdi açıkça plastik akma kısmındasınız.

Bir kilogram eklediğimizde o noktanın nereye gittiğine bakınız.

Hala hareket ediyor.

5 kilogram için değer ne idi? 97 miydi? Şimdi 6 kilogramdayız.

Oh, aslında, bu benim için hala tahmin edilmesi kolay olan bir şey.

Duvardaki çubuğun uzunluğunun yaklaşık iki katı kadar olduğunu söyleyebilirim. Ve bu çubuk 2 metre uzunluğundadır.

Hareket ediyor mu? Hala biraz hareket ediyor.

4 metreden biraz daha fazla.

4 metreye yeterince yakın. Bir fikir vermesi için yeterince yakın.

4 metre, böylece burası 400 dür.

7 kilogramı koy.

Bu şimdi tavanı geçecek.

Böylece onu kaybedeceğiz.

Fakat şimdi yapmak istediğim şey, kopma noktasına elde etmektir.

Artık yer değiştirmesini ölçmek mümkün değildir. Fakat biz kopma noktasına oldukça yakınız.

Böylece kopacağı noktaya kadar kütle yüklemesi yapacağız. Ve bu bizim nihai kopma gerilmesini ölçmemizi sağlayacaktır.

Şimdi 7 kilogramda mıyız?

8 kilogramı koyabilir misin? Oo kütleleri bitiriyoruz.

Aman Tanrım! 8 kilogramı koyduğunuz zaman, telin koptuğunu görebildiniz mi?

Gerçekten tele batkınız mı? Tamam, 8 kilogramda, koptu.

Ve bu değerleri buraya yerleştireyim.

Bu durumda yarım kilogram için değerimiz 5.

Bunu renkli tebeşirle çizeyim.

Bu bana burada bir yerde bir nokta verir.

Ve 1 kilogramda, yaklaşık 10

1.5 kilogramda, yaklaşık 15.

2 kilogramda, yaklaşık 20.

2.5 kilogramda, 25.

Belki bunu biraz yukarı koydum.

Biraz daha dikkatli gitmek istiyorum. Çünkü bunlar gerçekten müthiş veriler.

2.5 kilogramda, 25 de idik.

Hayret, bu ne kadar iyi, ne kadar güzel bir doğrusallık.

Ve sonra 3 kilogramda, 32

A, hemen hemen bükülmeye başlıyor.

4 kilogram için 53, büküldüğünden hiç şüphe yok.

Oh, evet.

Ve sonra 5 kilogram için, 97.

Burası 5,

97 burada.

Ve daha sonra bizim son noktamız,

Oo grafiğimizde 400 değeri bile var.

Bu harika.

Burası 400.

Peki bunun için oradaki değer ne? 6.

Bir, iki, üç, dört, beş, altı.

Bu bizim son noktamız.

Ve sonra geri kalanı yok.

Fakat, bakın bu ne kadar güzel görünüyor değil mi? Oldukça güzel bir eğri değil mi? Başlangıçta oldukça doğrusal.

Sonra, bükülmeye başlıyor.

Ve bu çizgiyi nereye çizmek istiyorsan çizebilirsin

Ve sonra da kopuyor.

Ve şimdi biz verileri kullanarak gerçekten Young modülünü hesaplamak için bir girişimde bulunabiliriz.

Tabii ki bu durumda verilerin makul ölçüde doğrusal olduğunu düşündüğünüz bir bölgeyi seçmek zorundasınız.

Young modülünün kendisi, denklem burada, F bölü A çarpı l bölü Δl ya eşittir.

A nın ve l nin ne olduğunu biliyoruz.

Onlar hala tahtada.

Ve şimdi mesele Hooke Kanununun hala nerede geçerli olduğunu düşünmektir. Sanırım bu tüm bölge oldukça iyi. Böylece bu nokta kadar bu noktayı da alabiliriz. Çünkü bu doğrusal çizgi üzerindeki herhangi bir nokta için aynı Young modülü değerini elde edeceksiniz.

Bu yüzden 2 kilogram ve 20 santimetreyi kullanacağım.

Bu noktayı kullanacağım.

Böylece F , 200 Newton'a eşittir ve bu durumda Δy 20 santimetreye eşittir.

Bu Δl nin 20 bölü 425 santimetreye eşit olması demektir.

Böylece burası F bölü A çarpı l bölü ve burada Δy var ve çarpı 425 yazarız.

Ve bunun ne olduğunu görelim.

F , 200 dür. Değil mi?

Hayır, hayır, F , 20 dir.

00, 00, 000.

Bunu hemen fark ettiğimiz için mutluyum.

Böylece F , 20 dir.

20 Newton. Bu doğru.

Alan, 2 çarpı 10 üzeri eksi 7 ve alana bölerim.

Ve uzunluk ile çarparım ve bu 0.36 eder.

Bunu 425 ile çarparım ve Δy ye bölerim.

Fakat Δy yi santimetre cinsinden, af edersiniz metre cinsinden kullanmam gerekir ve böylece bu 0.2 eder.

Ve 7.7 çarpı 10 üzeri 10 elde ederim.

Ve bu hiç kötü değil. Çünkü hatırladığım kadarıyla bu 11 çarpı 10 üzeri 10 dur.

Evet öyledir.

Bu sonuç burada yapmış olduğumuz oldukça kaba bir deney için oldukça şaşırtıcıdır.

Ayrıca nihai kopma gerilmesini de ölçebiliriz.

Yani, koptuğu zaman, F bölü A değerini ölçebiliriz.

Sanırım bu 8 kilogramda vuku buldu değil mi? Ve böylece bu 80 bölü bildiğimiz alan değeri olacaktır. Ve bu bana 80 bölü 2 çarpı 10 üzeri eksi 7 değerini verir. Bu 4 çarpı 10 üzeri 8 Newton bölü metre kare eder.

Bu da aynı zamanda Newton bölü metre karedir.

Ve çok da kötü değil.

Oradaki değerden biraz daha yüksek. Fakat bu oldukça kaba bir ölçümdü.

Fakat onun koptuğu anı tam olarak yakalayamadığımıza unutmayın.

Biz sadece kütlece, ağırlıkça yukarı doğru olan artışları elde ettik. Yani oradaki değer, eğri aşağı doğru indiği zaman elde edilen bir değer olup, biz bunu yapamadık.

Bunu yapabilecek olanaklarımız yoktu.

Zorlanmadaki yüzde değişim eğrinin doğrusal olduğu kısımda oldukça düşüktür.

Kendi kendinize yüzde olarak Δl bölü l değerinin ne olduğunu sorabilirsiniz; buradaki bölge için. Eh, biz, l uzunluğunun 0.36 olduğunu biliyoruz. Ve Hooke Kanununun

geçerli olduğu bölgenin sonuna kadar olduğumuz durumu ele aldığımızda, bu durumda bundan 425 kat daha küçük olan Δl değerimiz vardır. Böylece 20 bölü 425, yani 4.7 çarpı 10 üzeri eksi 2 değerini elde ederiz.

Fakat bu santimetre cinsinden verilmiştir ve biz bunu metre cinsinden istiyoruz. Bundan dolayı bunu 10 üzeri eksi iki çarpanı ile çarpmamız gerekir.

Böylece pay değişir.

Ve bu bana, 1.3 çarpı 10 üzeri eksi 3 değerini verir.

Yüzde olarak bu % 0.13 eder.

Yani tel Hooke Kanununun geçerli olduğu bölgenin sonuna gelindiği zaman sadece % 0.13 kadar uzamıştır.

Ve tel koptuğu zaman,

Genellikle, metaller için uzunluk orijinal uzunluğundan yaklaşık % 5 yada % 10 fazla olabilir.

Bu metaller için tipik bir değerdir.

Şimdi, bu eğrinin doğrusal bölümünde olduğum sürece, bir basit harmonik hareket oluşturabilirim.

Bunu sizlere göstermek istiyorum.

Çünkü, Hooke Kanununun geçerli olduğu doğrusal kısımda tele bir ağırlık asabilir ve onun dikey olarak salınmasını sağlayabilirim.

Böylece oluşan kuvvet Y çarpı A çarpı Δl bölü l ye eşittir.

Bu benim uyguladığım kuvvettir.

Yay kuvveti buna karşı koyar. Bu durumda yay kuvveti, yönü belirtmek için burada eksi işaretiyle sahiptir.

Ve bu yaylarda görmüş olduğunuz F eşit eksi kx eşitliğine benzerdir.

Ve böylece şimdi bu bizim k mız ve Δl ise bizim x imizdir.

Ve bu durumda bunun karekök k bölü m ile verilen ω açısal hızı ve 2π çarpı karekök m bölü k periyodu ile salınım yapacağını tahmin edebilirsiniz. Buradaki m asmış olduğum kütledir.

Eğer bizim bakır teli alırsam, Y nin ne olduğunu biliyoruz.

Ve eğer bulmuş olduğumuzun değerin yerine 11 alırsam, fakat nasıl olsa oldukça yakınlar.

Yani bizim bakır telimizi aldığımızda, buradaki k değeri için 5 çarpı 10 üzeri 4 Newton bölü metre değerini elde ederim.

Eğer şimdi üzerine 1 kilogramlık bir kütle asarsam, bir salınımın periyodunu hesaplayabilirim. Periyodun tersi f frekansıdır. Ve sanırım bu 38 hertz gibi bir şey olur.

Böylece bu şekilde salınacaktır. Saniyede 38 defa. Eğer 2 üzerine kilogram asarsam, Bu durumda frekans 25 hertz gibi bir şey olacaktır. Çünkü büyük kütle bana daha büyük periyot, daha küçük frekans değeri verir.

Sesin hızı da Young modülüne bağlıdır.

İspatını yapmayacağım ama eğer 8.03 dersini alırsanız bunu görürsünüz.

Sizlere ses hızının, Young modülü bölü malzemenin yoğunluğunun karekökü olduğunu söyleyeceğim.

Ve bunları da orada slaytta listeledim.

Evet kare kökü.

Ve böylece Young modülü ne kadar büyük ise, sesin hızı o kadar büyüktür. Ve bunun anlaşılması bir bakıma kolaydır.

Bunu karekök ifadesinden görmek oldukça zordur ama bir şekilde anlayabilirim.

Eğer burada bir çubuğum varsa ve bu çubuğa buradan vurursam ve bu çubuk son derece sert ise, yani bu Young Modülünün oldukça büyük olması anlamına gelir.

Bu durumda çubuk, ona buradan vurduğum zaman anında burada hareket edecektir.

Eğer çubuk son derece sert değilse, eğer belirli bir derecede esnekliği söz konusu ise, o zaman ne olur? Bu durumda ona buradan vururum ve bu durumda bu uca kadar yayılacak olan yerel bir basınç artması oluştururum.

Ve bu sanki bir basınç dalgası gibidir; ses gibi bir basınç dalgasıdır.

Ve bu biraz zaman alır.

Ve Young modülü ne kadar büyük ise malzeme o kadar serttir ve bu dalga daha hızlı gidecektir.

Eğer Young modülü çok küçük ise, malzeme daha esnektir.

Bu darbenin bu uca ulaşması daha uzun bir zaman alacak.

Dolayısıyla malzemenin sertliğinin sesin hızı ile orantılı olduğunu anlamak benim için bir şekilde sezgisel açıdan keyif vericidir.

Burada uzunluğu l olan bir magnezyum çubuğum var.

Ve orada magnezyum için yazılı olan Young Modülü değerini alarak ve yine orada yazılı olan ρ ya bölerek magnezyum için sesin hızını hesaplayabilirim. Ve bu bana sesin hızını 5 kilometre bölü saniye olarak verir.

Eğer oradaki değerlere bakarsanız, Onların hepsinin havadaki ses hızı değeri olan 340 metre bölü saniye değerinden daha büyüktürler.

Yani magnezyum için ses hızı havadaki ses hızından yaklaşık 15 kat daha büyüktür.

Eğer bu çubuğun uzunluğu l ise, bu dalga sola doğru hareket etmeye başlayacak ve tekrar buraya gelecektir. Böylece periyodunu hesaplayabileceğim bir tur hareket etmiş olacaktır.

Bir tam hareket yani periyot, belirli saniyeler süresinde tamamlanacak ve bu $2L$ bölü sesin hızına eşit olacaktır.

Ve böylece bu çubuğun frekansı,

Bu frekans ben ona vurduğum zaman oluşan salınım frekansıdır.

Ve bu 1 bölü T dir. Yani sesin hızı bölü $2L$ dir.

Şimdi, gelecekte 8.03 dersini alacak olanlarınız, bunun çıkarılışını çok daha detaylı olarak göreceksiniz. Bu oldukça basit bir şeklidir.

Sesin magnezyum çubukta hızı yaklaşık 5 kilometre bölü saniyedir.

Çubuğun uzunluğu yaklaşık 122 santimetredir ve böylece bu kabaca 2000 - 2100 hertz frekansına karşılık gelir.

Yani bu magnezyum çubuğun frekansı yaklaşık 2100 hertzdir. Ve bunu işitebilirsiniz.

Çok güzel bir sestir.

Buradan tutacağım ve buraya vuracağım.

Onu duyabiliyor musunuz? Hayır mı?

Duydunuz mu? 2100 hertz.

Güzel ses.

Daha önce bu derste bu problem ile uğraşıyor olduğumuzu hatırlayın.

Bir bloğumuz vardı ve ona iki ip bağlanmış idi.

Bir ip burada, blok burada ve diğer ip burada.

Ve onu buradan F kuvveti ile çekiyorduk.

Hiçbir şey olmuyordu. Buradaki T gerilmesi F 'ye eşittir.

Fakat burada, hem F kuvveti ve hem de cismin ağırlığı söz konusudur. Böylece burada T üssü olarak belirttiğimiz gerilme F artı Mg ye eşittir.

Ve eğer F 'yi artırırsanız ve eğer ipler de özdeş ise, ilk olarak burasının ve sonra da burasının kopacağını tartışmıştık. Çünkü ip için kuvvetin daha büyük olduğu noktada kopma ilk olarak gerçekleşecektir ve daha sonra buradan kopacaktır. Çünkü burada Mg kadar fazla bir kuvvetiniz söz konusudur.

Fakat böyle olmakla beraber, onu aniden hızlı bir şekilde çektiğiniz zaman, buradan kopacaktır.

Oldukça yavaş bir şekilde çektiğiniz zaman ve bunu tekrar yapacağım, buradan kopacaktır.

Ve şimdi bunu tam olarak anlayabiliriz.

Çünkü, bu ipin kopması neyi ifade etmektedir? Bu ipin “üzgünüm gitmek zorundayım” demeden ve kopmadan önce, Δl miktarı kadar uzamak zorunda olacağını ifade etmektedir.

Bu ip Δl miktarı kadar uzayana kadar, bu blok koparak aşağıya düşecektir.

Eğer şimdi burada belli bir F kuvveti ile çekersem, F eşit Ma

Blok aşağı doğru a ivmesi ile düşecektir. Ve Δt zaman aralığında, aşağı doğru 1 bölü 2 a çarpı Δt nin karesi kadar yol alacaktır. Ve bu değer buradaki ipin hissedeceği Δl mesafesine eşittir.

Fakat bunun, kopmak istediği Δl değerine ulaşması, bir zaman alacaktır. Ve böylece eğer onu çok hızlı çekersem, ona bu zamanı tanımıyorum.

Ve eğer ipi hızlı çekersem ona yeterli zamanı vermem; bu hızlı çektiğimde aşağıdaki ipin ve yavaş çektiğimde yukarıdaki ipin kopmasının sebebidir.

Burada çok ince bir tel var.

Bunu çok iyi göremeyebilirsiniz.

Ve burada da bir tane var.

Bu ip ve bunlar tamamen özdeş ve bu benim acil emniyet halatım.

Eğer çok hızlı çekersem, görüyorsunuz alttaki koptu.

Elimde görüyorsunuz, ve yukarıdaki ip, hala sağlam.

Fakat eğer bunu tekrar yaparsam ve oldukça nazik bir şekilde çekersem,.

Bunu oraya bağlamak her zaman oldukça zordur.



İşte tamam.

Tamam, şimdi kuvveti yavaş bir şekilde artıracam.

Bloğa aşağı gelmesi için oldukça fazla bir zaman tanıyacağım. Ve şimdi yukarıdaki ip kopuyor.

İyi hafta sonları.

Gelecek derste görüşürüz