



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 4

Bugün acele etmeyeceğiz.

Bugün biraz yavaştan almak zorundayım. Çünkü eğer dikkatli olmazsam sesim yavaşça gidebilir.

Bugün, öğrendiklerimizin uygulamasını yapacağız. Uygulama yapmanın dışında herhangi bir yeni şey yok.

Ve bu iyice anlamanızı sağlayacağı için önemlidir.

Burada, bir golf topu ya da bir tenis topunun yörüngesi var.

Bunu α açısı ile atıyoruz.

x yönünde yatay bileşeni $v_0 \cos \alpha$ ve düşey bileşeni $v_0 \sin \alpha$ dır.

P noktasında en yüksek noktaya ulaşır ve S noktasında yere geri dönüyor.

Bu yön y' nin artış yönüdür ve bu yön x' in artış yönüdür.

Çok aşına olduğumuz ve burada gördüğümüz eşitlikleri oldukça yoğun bir şekilde kullanacağız.

Burada gördükleriniz herhangi bir ivmenin olmadığı x yönündeki bir boyutlu hareket için denklemlerdir. Ve bunlar ise ivmenin olduğu y yönündeki bir boyutlu hareket için denklemlerdir

Bu denklemleri kullanmak için, tüm bu sabitlere ihtiyacımız vardır.

X_0 , V_{0_x} ve V_{0_y}

Bunları geçen defa görmüştük.

X_0 ' ı seçiyorum

Ve keyfi olarak sıfır seçiyorum

Y_0 ' ı seçiyorum

x yönündeki hız asla değişmeyecektir.

Bu V_{0x} 'im daima $v_0 \cos \alpha$ olarak kalacaktır.

Fakat y yönünde hız, başlangıçta, $t=0$ da, $v_0 \sin \alpha$ dır.

Ve bu değişecektir. Çünkü burada gördüğünüz gibi eşitlikte t vardır ve bu nedenle hız değişecektir.

Bu t değiştirecektir.

Ve bu yön y 'nin artış yönü olduğundan y yönünde ivme eksi 9.8 olacaktır.

Daima artı 9,8 olarak dediğim için

Daima, g yi artı 9.8 olarak aldığım için bu eksi g dir.

Şimdi sizlere önceden cevabını görmediğiniz ilk soruyu sormak istiyorum: Bu yörüngenin şekli nedir? Oradaki 3 numaralı eşitliğe gider ve bu 3 numaralı eşitliği zamanın fonksiyonu olarak

y_t 'yi zamanın fonksiyonu olarak, eşit $v_0 \sin \alpha$ çarpı t eksi $\frac{1}{2} g t^2$ kare şeklinde yazabiliriz.

1 nolu eşitliğe gider ve herhangi bir andaki x değerini

v_0 çarpı $\cos \alpha$ çarpı t şeklinde yazabiliriz.

Şimdi, t yi yok edersem ve bunu en iyi şekilde yapmanın yolu, burada yapmaktır.

t yerine , x bölü $v_0 \cos \alpha$ yazmaktır. Burada x e karşı y yi elde edeceğimiz için bütün t indislerini yazmayabiliriz.

t yi yok edeceğiz.

Bu t değerini burada ve orada yerine yazacağım. Bu durumda y eşittir;

Burada V_0 var ve burada da var, ve bunlar birbirini yok eder. Burada $\sin \alpha$ ve orada $\cos \alpha$ var. Ve $\tan \alpha$ yı oluştururlar. Ve x kalır

Bu durumda y yi

$\tan \alpha$ çarpı x eksi $\frac{1}{2} g$ çarpı x kare bölü $v_0 \cos \alpha$ nın karesi şeklinde elde ederiz.

Ve şimdi dikkatlice bakınca,

y nin bir sabit çarpı x ve eksi diğer bir sabit çarpı x^2 olduğunu göreceksiniz.

Bu bir paraboldür.

x cinsinden ikinci dereceden bir eşitliktir. Ve bir paraboldür ve bu şekle sahiptir.

Şimdi zamanı yok ederek bir parabol elde ettiğimizi görüyorsunuz.

Şimdi, bunu bugün biraz daha detaylı olarak incelemek istiyorum.

Cismin en yüksek noktadaki bu durma noktasına hangi anda geldiğini, cismin y yönünde durma noktasına geldiği zamanı, en yüksek noktaya geldiği zamanı ve bunun ne kadar yükseklikte olduğunu bilmek istiyorum.

Bunu en iyi yapmanın yolu 4 nolu eşitliğe gitmektir ve eşitlik 4'e, "ne zaman sıfır olursun?" diye sormaktır. Çünkü bu anda y yönündeki hız sıfırdır.

Bu durumda bu en yüksek noktada, bu hız sıfır olmalıdır.

En yüksek P noktasının konumunu bulmak için, kendimize 4 nolu eşitlik yardımıyla öncelikle şu soruyu sorarız: y yönündeki hız ne zaman sıfırdır? Ve bu durumda P noktasında ($v_0 \sin \alpha$) eksi gt ifadesine eşit olan v_{0y} terimi sıfır olacaktır ve böylece P noktasındaki zaman $v_0 \sin \alpha$ nın g ye bölümü olacaktır.

Bu cismin en yüksek noktaya ulaşması için geçen zamandır.

Bu durumda, yerden en yüksek nokta nedir? Nerededir?

Şimdi 3 nolu denkleme gitmemiz ve bu zamanı orada yerine yazmamız gerekir. Böylece t anındaki P noktasının y değeri olan en yüksek h noktası v_{0y} çarpı t ye eşittir.

Yani v_0 çarpı $\sin \alpha$ dır.

Fakat bunu, buradaki zaman ile çarpmanız gerekir ve diğer bir $v_0 \sin \alpha$ elde ederim. Ve buraya da g yi koyuyorum eksi g t

Hayır, hayır, bu eşitlik,

Eksi bir bölü iki g t kare. Eksi bir bölü iki çarpı bu, ($v_0 \sin \alpha$) kare bölü g karedir. Çünkü burada t kare olduğundan dolayı tüm ifadenin karesini alıyorsunuz.

g nin bir tanesini kaybedersiniz ve bu durumda en yüksek noktayı bulacaksınız. O tahtayı kapatmayalım diye buraya yazayım.

Havadaki en yüksek nokta; $v_0 \sin \alpha$ nın karesi bölü 2g ye eşittir.

İşte bu en yüksek noktadır.

Buna biraz renk vereyim. Çünkü bunu silmek istemeyebiliriz.

Tabii ki bu noktanın, havadaki en yüksek noktanın, v_0 büyüdüğünde daha yüksek olması mantıklıdır.

Eğer, daha büyük hız ile atarsam, daha yükseğe gidecektir.

Böylece v_0 ın pay'da yani yukarıda olacağı sezgi ile anlaşılabilir.

Eğer açığı küçük bir açıdan daha büyüğe, daha büyüğe, daha büyüğe artırırsam, daha yükseğe çıkacağı mantıklı mıdır? Tabii ki.

Yüksekliğin mümkün olan en büyük değerini, verilen bir hız için, α yı 90 derece yaptığınız takdirde elde edebileceğinizi anlayabilirsiniz.

İşte bu gökyüzünde gidebileceği en büyük yüksekliktir.

Açıkça, bu aynı zamanda çok hoştur.

Eğer deneyi aynı başlangıç hızı ile ayda yapsaydınız. Daha da yükseğe gidecektir. Böylece, g nin burada paydada olduğunu gördüğünüz için de mutlusunuzdur.

Bu mantığa uygundur.

Cisim ne zaman S noktasında olacaktır? Bunu yanıtlamanın iki yolu vardır.

Ya bu 3 nolu denkleme gidip nerede sıfır değerler alırsın şeklinde soracaksınız? Size iki yanıt verecektir.

Size bu zamanda burada sıfırım ve o zamanda sıfırım diyecektir. Bunlar istediğin iki zamandır ve bu seçtiğindir.

Bu oldukça iyi.

Sanırım bunu yapmanın daha hızlı bir yolu vardır ve şöyledir.

Bu bir paraboldür ve bu nedenle P noktasında, düşeye göre tamamen simetriktir.

Yani O dan P 'ye tırmanmak ile P den S ye inmek tamamıyla aynı zamanı alır. S noktasına ulaşması için geçen zaman, P noktasına varması için geçen zamanın iki katı olmalıdır. Ve bu yüzden $2v_0 \sin \alpha$ bölü g olacaktır.

Şimdi yeniden, v_0 ve $\sin \alpha$ nın doğru yerde olup olmadığına bakmak istiyoruz

Gerçekten, eğer sürati artırırsam, S ye varmasının daha uzun zaman alacağını tahmin edebilirim

Eğer daha büyük sürat veririm, daha uzağa gideceği ve zamanın daha da uzun olacağı aşikârdır.

Eğer bunu daha büyük bir açıyla yaparsam, daha uzun zaman alacaktır ve bunu ayda yaparsam, yine daha uzun zaman alacaktır.

Yani bu, anlamlıdır.

Bu eşitlikler, oradaki denklemlerde görülen v_0 hızı ve $\sin \alpha$ açısından uygundur.

Fakat şimdi bu ders boyunca kullanacağım önemli bir noktaya geliyorum.

OS uzunluğunun ne olduğunu bilmek istiyorum.

OS mesafesi, atış yaptığım ve yeniden yere vurduğu mesafedir. Almış olduğu bu mesafe nedir? Bunun için, 1 nolu denkleme ihtiyacım var.

Bu denklem v_{0x} çarpı zamandır ve v_{0x} ise $v_0 \cos \alpha$ dır.

Biz $v_0 \cos \alpha$ çarpı yere çarpması için geçen zamanı biliyoruz.

Ki bu zaman $2v_0 \sin \alpha$ bölü g dir.

2 yi buraya yazıyorum, diğer bir $\sin \alpha$ buraya, g yi buraya ve diğer v_0 ı buraya yazıyorum. Ve böylece cevap v_0 ın karesi çarpı $\sin 2\alpha$ bölü g dir.

$2 \cos \alpha \sin \alpha$ nın, $\sin 2\alpha$ ya eşit olduğunu hatırlayınız.

Ve bu OS mesafesidir ve buna çok ihtiyacım olacak.

Farklı renkle belirtmem bana silmememi hatırlatıyor.

Şimdi neden havada alacağı en yüksek mesafenin v_0 ın karesine ve neden yatayda alacağı en uzun mesafenin de v_0 ın karesine sahip olduğunu merak ediyorum. Sizin de merak etmeniz gerekir.

Neden bu yatay uzunlukda v_0 ın karesine sahiptir? Bunu bir şekilde açıklamanın nedeni olmalıdır.

Niçin sadece v_0 değildir? Niçin v_0 ın karesidir? En yüksek nokta hakkında sizleri ikna edeceğim ve OS mesafesi için iyi bir neden vereceğim.

Denklemlere bakmayın.

Sadece değişiklik için düşünün

Denklemlere bakmayınız.

Sürati iki katına çıkarıyorum.

Eğer sürati iki katına çıkarırsam, bu durumda, cismin yere varması için geçen sürenin iki katına çıkması oldukça mantıklıdır. Fakat havada kaldığı süre iki katına çıktı ise, yatay hızı da iki katına çıkmıştır.

Ve böylece yatay olarak alacağı mesafe bunun dört katıdır.

Dördün ikisi, zaman ikiye katlandığı için ve diğer ikisi ise, yatay bileşen ikiye katlandığı içindir.

İşte bu, orada v_0 ın karesini görmeyiz nedenidir.

Tamamıyla akla uygundur.

Bu size eğer topu mümkün olduğu kadar uzağa atmak istiyorsanız, beysbol oynayan insanlar bilirler, 45 derecelik açıda atmanız gerektiğini söyler.

Çünkü eğer 45 derecelik açı ile atarsanız, bu durumda bu açı 90 derecedir ve bu birdir.

Tabii ki, gerçekte, beysbol oyuncusu daha iyi bilir.

Onlar topa efekt verirler, hava akımı ile ilgilenirler, topu döndürürler ve bu durumda bu denklemler geçerli değildir.

Bu, sadece boşluk ortamında ilgilendiğimiz bir durumdur.

Şimdi sahip olduğumuz ve orada üzerinde çalıştığımız sonuçların bazılarını test etmek istiyorum.

Küçük bir metal topu atacağım.

Çeşitli açılarda atacağım: 30 derece, 60 derece, 45 derece. Eğer oradan atarsam masanın neresine düşeceğini tahmin edeceğim.

Bir ölçüm, belirsizliklerini bilmeksizin anlamsızdır.

Böylece, bu üzerinde uğraşacağımız ilk şey olmalıdır.

İlk bilmek istediğim şey bu merminin yaydan çıktığı zamanki hızının ne olduğudur? Ve arka arkaya üç, beş, altı kez atarsam değişiyor mudur? 20.000 \$ lık bir yay tabancası değildir, muhtemelen değişecektir.

Bunu şöyle yapacağım.

Eğer cismi dikey olarak yukarı atarsam

Bu maksimum olarak gidebileceği değerdir.

Ve α , 90 dereceye eşittir. Bu durumda $\sin\alpha$ 1 dir ve yükseklik v_0 ın karesi bölü $2g$ dir.

Başka bir deyişle, eğer gördüğünüz bu yüksekliği ölçersem, eğer cismi dikey olarak yukarıya atarsam, bunu benim için ölçebilirsiniz.

Bu durumda v_0 'ın karesini hesaplayabiliriz.

Yapmak istediğim ilk şey bunu dikey olarak yukarıya atmaktır. Ve bana hesaplama yapmak için nasıl yardım edeceksiniz, ne kadar yükseğe gittiğini söyleyeceksiniz.

Bu sizin düşündüğünüzden daha kolay olacak.

Üst kısmı.

Oo, bunu uzaklaştırmamız lazım.

Bu çubuğun üst kısmı üç metre,

En üst kısım üç metredir ve sizden istediğim şey, bu kadar y daha yüksekte, bu kadar y daha aşağıda olduğunu söylemenizdir. Sonra bu y' yi hesaplayacağız ve daha sonra tahmin edeceğiz.

Bunu iki kez yapacağım.

Eğer hazırsanız? Üst ve alt arasını ayırt edebileceğinizden emin olun.

Oldukça büyük bir fark yapar.

Tamam mı? Üç, iki, bir, sıfır.

Daha mı yüksekti yoksa daha mı düşüktü.

Daha yüksek. Ne kadar? Bu kadar? Hem fikir miyiz? Beş santimetre olduğunu söyleyelim, doğru mu?

Belirsizliği sonra hesaba katacağız.

Bunu tekrar yapacağım.

Ne kadar iyi tekrarlanabilir olduğunu görmek istiyorum.

Üç, iki, bir, sıfır.

Daha mı düşük?

Daha yüksek. 10 santimetreydi? 5 santimetreydi? 7 olarak alacağız.

7 olarak alacağız ve belirsizliği hesaba katacağız.

Yani, h maksimum yaklaşık 3.07.

Bu deneyi, bu sabah 20 defa yaptım ve 10 santimetreden daha fazla fark ettiği zamanlar oluyordu, hatta bazen 15 santimetre.

Bu yüzden, eğer bana bu yükseklik için 15 santimetre belirsizlik için müsaade ederseniz, içim rahat olacak.

Hatırlayın, 30 derecede atışa başlayınca, artık hızı ölçebileceğimiz herhangi bir yol yoktur.

Sadece bu yükseklik ve açı değerini alacağız.

Bu v_0 ölçtüğümüz yöntemdir ve hepsi bu kadardır.

Bu %5 hatadır, %5.

Peki, şimdi v_0 in karesi nedir? Şimdi bunu hesaplamak çok kolaydır.

v_0 in karesi 3.07 çarpı 2 çarpı 9.8 e eşittir.

Hesap makinem kapalıydı, Bu bir ayrıntı.

3.07 çarpı 2 çarpı 9.8

Bu 60.17 eder.

Bunu sizlerinde kontrol etmenizi istiyorum.

60.17 artı eksi %5 hata.

Bu hata 3 eder, ve bu nedenle bunu 60.2 yapabilirsiniz.

Lütfen hata yapmadığımı doğrulayabilir misiniz? 3,07 h maksimumdur.

İki ile, 9.9 ile çarptım ve 60.2 etti. %5 hata var ve %5lik hata gerçekten 3 eder.

Bu metre kare bölü saniye karedir.

v_0 in ne olduğu umurumda değil. Çünkü, Eğer OS uzunluğunu ölçmek istiyorsam tüm ihtiyacım olan şey v_0 in karesidir.

Ve eğer evde farklı açılarda yüksekliğin ne olduğunu hesaplayacaksanız, tüm ihtiyacınız olan şey v_0 in karesidir.

Bu yüzden v_0 ile ilgilenmiyorum.

Sadece v_0 in karesine bağlı kalıyorum ve v_0 in karesi aynı belirsizliğe sahip olacak.

%5lik bir belirsizliğe sahip olacaktır ve doğrudan doğruya h den gelmektedir.

Bunu değiştirmeyeceğiz.

Tamam, v_0 in karesindeki belirsizlik bu kadardır.

Şimdi açığı 45 dereceye ayarlayacağım. Fakat bunu ne kadar doğrulukla yapabilirim?

Bir dereceden daha hassas olarak ayarlayabileceğimi sanmıyorum.

Elimden gelenin en iyisini yapmaya çalışacağım.

Gerçekten bir dereceden daha hassas yaptığımı garanti edemem.

Şimdi $\sin 2\alpha$ ya ne olur sorusu geliyor? Çünkü OS yi ölçeceğiz. Şimdi $\sin 2\alpha$ ne olur? 90 derecenin sinüsü 1.0000 dir.

Peki, 88 derecenin sinüsü ne olur? Eğer bir derece ileri ya da geride isem, bu hariç tutturamayabileceğim bir değerdir.

Ve bunun değeri 0.9994 dür.

Bu değer bire çok yakındır ve % 0.06 lık bir farklılık göstermektedir % 0.06

Ve bu %5'e kıyasla çok küçüktür ve ihmal edilebilir.

α daki hatayı unutun.

Tamamıyla ihmal edebiliriz.

Bunun için sebep şudur.

α , 45 derece olduğu zaman bu durumda 2α , 90 derece olacaktır ve 90 derecede sinüs eğrisi böyle gidecektir.

Burada neredeyse düzdür.

Eğer açıda çok az bir değişiklik olsa bile, hala 1'e oldukça yakınsınızdır.

İşte sebebi budur.

Sadece endişeleneceğiniz şey v_0 ın karesindeki belirsizliktir.

Ve şimdi benim büyük tahminim geliyor.

Şimdi 45 derece için bir tahminde bulunacağım. OS mesafesi eşit v_0 ın karesidir.

Bunu biliyoruz.

Yani 60.2 olduğunu.

Ve $\sin 2\alpha$ nın 1 olduğunu biliyoruz. Ve bu 9.8 e bölümüne eşittir.

Bu %5 bir belirsizlik ile 6,14 metredir, doğru mu? Çünkü belirsizlik v_0 ın karesindeki belirsizliktir ve 30 santimetrelik bir belirsizlik vardır; aslında 31 santimetre.

Bu 45 derecelik bir açı için tahminimdir.

Bu sadece, eğer hava akımı yoksa veya hava akımı ihmal edilebilirse, geçerlidir. Ve tabii ki, aynı ölçüde gerçekten yay tabancasından top çıktığı zaman, v_0 ın karesinin tahmin ettiğimiz aralıkta olması ve kötü ve iyi günlerde bulunmamış olması da önemlidir.

Bunu artık kontrol edebileceğim bir yol yok.

Pekala, bu noktayı 6.14 olarak belirteceğiz.

Bu bir metre, iki metre, üç metre, dört metre, beş metre, altı metre, 6.14

Aman tanrım, tam buraya kadar.

Ve yaklaşık 30 santimetrelik bir hatayı hesaba katacağım.

Doğru yaptım değil mi? Bu doğru, 30 santimetre belirsizlik ile 45 derece.

Baştan ta buraya kadar.

Ve bir sonraki yaklaşık 30 santimetredir

İşte burası. Eğer hesaplarımız doğru ise, topun buraya vurması gerekir.

Eğer sakıncası yoksa şimdi buraya gelmeni istiyorum.

Burada dur ve topun yere vurduğu zaman, vurduğu yeri parmağın ile belirle.

Ben atmadan önce yapma, atış yapmamdan hemen sonra yap.

Ve bundan sonra en iyi şekilde sonuçlandıracağını umuyoruz değil mi? Tamam.

Endişeli değilsin değil mi? Önceden sahip olduğum topa ne oldu? Cebime mi koydum?

İşte burada.

Teşekkürler.

Şimdi en iyi yapabileceğim şekilde 45 dereceye ayarlayacağım.

Ve bundan daha da uzağa atış yapamam. Bu açı, gidebileceği maksimum uzaklık açısıdır.

Hazır mısınız? Öyle mi? Bana bakma, oraya bak.

Hızlı gider.

Üç, iki, bir, sıfır.

Parmağını oraya koy.

Bu harika değil mi? Bu şaşırtıcı değil mi? Şimdi ölçümlerinizdeki belirsizliğin ne kadar önemli olduğunu görüyor musunuz? Lisede iken, buraya vuracağını söylediniz.

Bir hataya sahiptir.

Ve hatanın dikkate alınması gerekmektedir.

Bu arada benim topum nerede?

Oh, işte burada, Ohh

Tamam, artık oturabilirsin

Çok iyi yaptın.

Sen orada olduğun için çalıştı.

Eğer topu 30 derecede atarsam, ne olacağını merak ediyorum? 30 derecede yaparsam, v_0 in karesi yine aynıdır.

Umarım bu konuda endişelenmeme gerek yok.

Ancak, açının bir dereceden daha hassas ayarlandığı konusunda emin olamam.

Eh, haydi itibarını düşürme diyeceksiniz.

Bu bir derecelik açıdan, mümkün olan bu bir derecelik sapmadan dolayı, sadece burada % 0.06 lık bir hatamız vardır demek istiyorum.

Şimdi bu olası hatayı da ihmal edelim; edelim mi? Bu risklidir.

Bu riskli. Çünkü 60 derecenin sinüsü,

Bu ilgilendiğiniz şeydir

Sanırım 60 derecenin sinüsü 0.866 dır

Evet doğru.

Fakat bir derece aşağıda mümkün olan 2α açısının sinüsü 0.848 dir ve bu 0.866 'dan oldukça küçüktür.

Ve bu yüzden, bu açının sinüsündeki belirsizliği kabaca hesaba katmalıyım. Belki yaklaşık 17 ya da 18 birim

Aradaki fark nedir? 0,018.

Eğer 62 derecenin sinüsünün ne olduğunu kontrol etmek istiyorsanız, bunun yaklaşık olarak, bundan şu kadar daha büyük olduğunu göreceksiniz. Böylece hatayı hesaba katmalıyız.

Ve bu her ne şartlarda olursa olsun, ihmal edilemeyecek olan bir hatadır.

Bu hata, 18 in 866 'ya bölünmesi ile elde edilir.

%2 lik bir hata.

Şimdi α açısındaki belirsizlik bir derece olmasına rağmen, birdenbire $\sin 2\alpha$ ' da %2 lik hatayı göz önünde bulundurmalıyız.

Ve bunun nedeni, sinüs eğrisinin bu şekilde olmasıdır.

Böylece burada açıdaki küçük bir değişiklik, hiçbir farklılık oluşturmaz. Oysa burada açıdaki küçük bir değişiklik çok büyük bir fark oluşturur.

Ve sebebi budur. Ve eğer minnacık veya azıcık ileri ya da geride iseniz, size çok büyük hata veren sinüs eğrisinin eğiminin olduğunu görebilirsiniz.

Şimdi bir tahminde bulunmak için hazırız.

İşte tahmin geliyor.

Şimdi, 30 derece için OS mesafesi

Bu yüzden v_0 ın karesine bakmalıyım. Ki bu 60.2 dir. Ve daha sonra $\sin 2\alpha$ ile çarpmalıyım ve bu da $\sin 60$ dır.

Ve sanırım daha sonra g ile bölmem gerekir.

Evet doğru, 9.8, ve 5.31 artı eksi elde ederim

Şimdi, $\sin 2\alpha$ daki %2lik hata ile v_0 ın karesindeki %5lik hatanın toplamı bana %7lik bir hata payı verir.

Daha iyisini yapamam..

Bu yüzden,%7 lik bir belirsizliğe sahibim ve 0.07 ile çarpıyorum. Ve bu değere 37 santimetreden daha fazla güvenemem.

Ve bu yüzden şimdi işaretleri 5 metre 31 santimetreye koyacağım.

Bu 5 metre 31 santimetre işaretidir ve her iki tarafta da 37 santimetreyi hesaba katacağım. İşte burası ve burası.

Açıyı 30 dereceye ayarlayacağım.

Evet, evet, buraya gel.

Burada kadın gücüne ihtiyacımız var.

Burada dur.

Atış hattının dışında dur ve bu top yere çarptığı anda hemen onun üzerine atla, evet onu yakala.

Tamam, her şey kontrol altında. Doğru olarak işaretlediğimden emin olayım. 5 metre 31 santimetre ve yaklaşık tamam görünüyor.

Ve şimdi, açıyı 30 dereceye değiştirmek zorundayım.

Tamam, bu yapabileceğim en yakın durum.

Tamam, hazır mısınız? Öyle mi? Üç, iki, bir

İkramiyeyi vurdu.

İnanılmaz.

Şimdi gururla iddia edebileceğiniz şey, belki hatalarınızda çok aşırıya kaçmayan birisi olduğunuzu söyleyebilir olmanızdır. Bunu kabul ederim.

Fakat bu sabah bunu 5, 6 defa yaptığımda v_0 daki hata oldukça önemli idi.

En büyük fark bazen 15 santimetre idi ve bu yüzden başka seçeneğim yoktu.

Fakat biraz, aşırıya kaçmayan tarafmı siz gibi oldu.

Şimdi bu deneyi 60 derecede tekrarladığımı varsayalım.

Ne değişecek?

Ne değişecek? OS değişecek mi? Hayır, Çünkü 120 derecenin sinüsü, 60 derecenin sinüsü ile aynıdır.

Burada 2α var.

Sinüs 60, sinüs 120 ile aynıdır.

Eğer her iki tarafta da, 1 derecede belirsizliği hesaba katarsanız, sinüs eğrisinin simetrisinden dolayı, bu aynı değerleri elde edeceksiniz.

Yani yine, %2 oranında ileri ya da geridesinizdir.

Herhangi bir fark yoktur.

Ve böylece, tahmin değişmemiştir.

Fakat sizlere, yarı uyanık ya da yarı uykuda olup olmadığınızı görmek için bir soru sormak istiyorum.

30 derecede bunu gördünüz

Aynı başlangıç süratini verince, 60 derecede bunu göreceksiniz

Ölçümlerimizin belirsizliği içinde aynı noktaya, buraya çarpmak zorundadır.

Tabii ki, çok daha yükseğe gidecektir.

Bu yüksekliği, bu yükseklik denklemini kullanarak hesaplayabilirsiniz ve $\sin\alpha$ ile gitmektedir.

60 derece için sinüs, daima 30 derece için olandan daha büyüktür.

Fakat şimdi soru geliyor.

Bu yörünge bundan daha uzun zaman alacak mı, yoksa her ikisi aynı zamanı mı alacaklar? Kimler aynı zamanda diyor? Kimler daha uzun zamanda diyor? Kimler daha kısa zamanda diyor?

Tamam.

Bir gruptan memnunuz ve diğer bir gruptan memnun değilim.

Golf topunun ayrıldığı andaki yatay hız nedir? Eğer süratler her iki durumda da eşit ise bu yatay bileşenin bu yatay bileşenden daha büyük olacağını göremiyor musunuz? Ve eğer aynı mesafeyi gidiyorlarsa, bu yolculuk daha uzun zaman

almalıdır. Çünkü gördüğünüz gibi buradan oraya gitmesinin ne kadar zaman alacağını, onun x yönündeki yatay bileşeni belirler.

Yukarı doğru atış yaptığımı varsayalım.

Buraya çarpması sizce ne kadar zaman alacaktır?

Hiç yatay bileşen yoktur, değil mi? Böylece, bu yörünge hakkında düşünün.

Bu yörünge daha uzun zaman alacaktır, fakat aynı yerde sona erer.

Pekâlâ, üç numara

Buraya gelir misin? Bu işaretleri değiştirmek zorunda değilim.

Doğanın kendini yenilemeye istekli olması şartıyla, bunların hepsi mükemmeldir.

60 derece

Oldukça yükseğe gidecektir. Fakat her şey iyi giderse aynı işaretler arasına çarpması gerekir.

Hazır mısınız? Üç, iki, bir, sıfır.

Burada,

Evet, burada, değil mi? Çok teşekkür ederim.

Harika! Bak! Belki de belirsizliklerim o kadar da kötü değildi.

Burada ikramiye için güç bela şanslıydık.

Hata sınırları içinde. Fakat buna daha da yakın. Böylece belirsizlikler, yaptığım gibi çıktığı için oldukça mutluyum.

Topu bulabilir miyiz? Onun sıçradığını herhangi biriniz gördü mü? Oh, evet.

Tamam, şimdi bu dersin farklı bir kısmına geçeceğiz

Bu aslında çok... çok üzücü bir bölümdür.

Afrikada insanların maymunlara ateş ettiğini biliyorsunuz.

Burada, ağaçta bir maymun var.

Çok mutlu.

Ve burada 8.01 dersini asla almamış bir avcı var. Ve bir silahı var ki bu silah golf topu silahı Ve silah ile maymunu hedefliyor.

Belli bir hız ile golf topunu ateşliyor.

Bu v_0 hızı olsun. Bu nedenle yatay bileşeni

Bunu tekrar ve tekrar göreceksiniz

$v_0 \cos \alpha$ dır ve düşey bileşeni $v_0 \sin \alpha$ dır

Bu benim y nin artan değeri ve bu da x in artan değeri olsun.

Bu golf silahı, gerçekten birinci sınıf bir silah değildir. Çok şükür.

Ve avcı bu golf topunu atarsa, böyle olur.

Ve burada P noktasında son bulur.

Şu ana kadar, maymun şanslıydı.

Şimdi oldukça trajik fakat gerçektir ki maymun silahın ateşini gördüğü zaman,

Kendisini aşağı bırakır.

Ve şimdi soru geliyor

Maymun güvende midir yoksa bu maymunun son günü müdür?

Şu soruyu soruyorum

Bu yerçekimi olmadığı durumdaki yörünge ve bu yerçekimi olduğundaki yörünge.

Hepimiz bu konuda hemfikir olabiliriz.

Belli bir t_1 anında, yer çekimi olmaksızın golf topunun burada olduğunu varsayalım.

Bu durumda, yerçekimi olduğunda tam olarak nerede olduğunu biliyorum.

Tam olarak burada olmalı çünkü x konumu, x_{t1} , aynıdır, çünkü yatay hız aynıdır.

Yani, yerçekiminin olmasından ya da olmamasından bağımsızdır.

x yönünde herhangi bir ivme yoktur.

Ve böylece her ikisi de tamamen aynı x konumundadırlar.

Bu fark nedir? Eh, bu yerçekiminin varlığında ve yokluğunda denklemlerindeki farktır.

Ve zamanın fonksiyonu olarak y

Eğer hala görebiliyorsanız oradaki 3 nolu denkleme bakabilirsiniz.

V_{0y} , ki bu $v_0 \sin \alpha$ dır, $\frac{1}{2} g t^2$ e eşittir.

Eğer yerçekimi yoksa bu terim olmayacaktır. Bu düz çizgidir.

Yerçekimi olduğunda aynı şeydir, fakat bunu çıkarmak zorundasınız.

Bu nedenle, bu mesafe $\frac{1}{2} g t_1^2$ karedir.

İşte bu mesafe. Ve bu eğri bu miktar kadar daha aşağıdadır.

Şimdi golf topunun P noktasına çarptığı zamana geliyoruz. Ve bu noktanın konumu x_{12} ve zamanı t_2 dir. Eğer yerçekimi olmasaydı, top burada olacaktı.

Bu felaket anında, x yönünde aynı konuma sahip olmalıdırlar.

Peki şimdi maymun ve golf topu arasındaki mesafe nedir?

Birinde yerçekimi olan diğerinde olmayan bu iki yörünge arasındaki mesafe nedir? Aynı nedenden dolayı bu mesafe 1 bölü 2 g t_2 kareye eşittir.

Ve hepimiz biliyoruz ki eğer maymun $t=0$ olduğu anda düşmeye başlarsa, t_2 saniyesinde tamamen 1 bölü 2 g t_2 kare mesafe düşecektir.

Tam olarak

Bu daha da trajik olamazdı.

Ve maymun öldürülecektir.

Fakat sizler, bu silahın hızını oldukça iyi bir şekilde değiştirebileceğimi söyleyebilirsiniz.

Oh, hayır. Ohh, hayır.

Silahı aynı α açısı altında daha büyük hızla ateşleyebilirim. Yörünge bu olur ve maymun orada öldürülecek.

Bunu daha küçük hız ile yapabilirim ve maymun burada öldürülecek

Daima buraya varacağı için, bu merminin hızından bağımsız

Aynı zamanda, maymun tamamıyla aynı mesafe kadar düşecektir.

Ancak, hız çok küçük ise,

Mermi, yere maymundan daha önce çarpacaktır.

Bu durumda maymun güvendedir.

Çok, ama çok kritik olan tek şey α dır.

Tamamıyla maymunu hedefleyecek şekilde olmalıdır.

Eğer böyle değilse, maymun güvende olacaktır.

Şimdi bu klasik ve oldukça trajik dramaya şahitlik yapmadan önce, buna farklı bir bakış açısından, maymunun nazarından bakmanızı istiyorum.

Maymun orada oturuyor, silaha bakıyor ve golf topu maymuna doğru geliyor.

Ve her ikisini de bir asansör içine koyuyorum ve asansör serbest düşme yapıyor. Ve hatta her ikisi bunu bilmiyor.

Her ikisi de g ivmesi ile düşüyor.

Maymun burada, serbesttir. Silah da burada.

Ve kurşunun hızı v_0 .

Ve böylece maymun, kurşunun ona doğrusal olarak geldiğini görecektir.

Orada parabolik eğri gibi herhangi bir şey yoktur.

Her ikisi de bu düşen asansörle düşecektir.

Ve mermi geliyor...

Maymun çok akıllı bir maymundur ve kendi kendine "ne kadar yaşayacağım" diye söylenerek aşağıdaki hesabı yapar.

Eğer bu mesafe D ve bu h ise, Bu durumda maymun bu mesafenin karekök D kare artı h kare ye eşit olduğunu söylemektedir. Yani, maymunun nazarından, öldürmek için gerekli zaman, karekök D kare artı h kare bölü v_0 olacaktır.

Bu, maymunun kaç saniye yaşayacağıdır.

Ve sizler de oldukça akıllısiniz ve bu diyagrama bakıp "Hayır, asla" diyeceksiniz. Eğer bu mesafe D ise, bu durumda buraya ulaşması için hız $v_0 \cos \alpha$ dır.

Başka bir deyişle, cismin bu x değerine ulaşması için gereken süreyi,

Yani, MIT öğrencileri için, t öldürme zamanı, D bölü $v_0 \cos \alpha$ ya eşittir.

Peki, $\cos \alpha$ nedir? Bu, D nin karekök D kare artı h kareye bölümüdür.

Böylece, $\cos \alpha$ yerine D bölü karekök D kare artı h kare yazabilirim.

Ve sizler ve maymun, maymunun ne kadar yaşayacağı zaman konusunda, tamamıyla hem fikirsiniz.

Bu hangi referans çerçevesinde çalıştığınıza bağlı olmadığı için oldukça iyidir.

Düşen referans çerçevesi veya hatta buradaki referans çerçevesi için.

Maymun masanın yaklaşık 3 metre üzerine yerleştirilecektir.

Hepimiz bunun yaklaşık 0.8 saniyede düştüğünü biliyoruz.

3 metrede birçok deney yaptık.

Yaklaşık 0.8 saniye alıyor.

Bu yüzden her şey çok hızlı gidecektir.

Maymunu oraya koyacağız.

Öncelikle maymunu sahneye getirmeden önce, bu golf topunun yörüngesini görmenizi istiyorum.

Zaten bu maymun için acı vericidir.

Ne olacağı konusunda maymunun bir ön-deneyim yaşamasını istemiyorsunuzdur.

Böylece deneyi maymunun yokluğunda yapacağız.

Sizlere merminin yörüngesinin kabaca nasıl olduğunu göstereceğim.

Üç, iki, bir, sıfır.

Burada bir yere çarpacaktır.

İşte burası, o P noktasıdır.

Bu acıklı drama olayını gördüğünüzde, burası her ikisi birbirine çarptığı zaman, maymunun varacağı noktadır.

Şimdi, bunun maymun için çok acı bir gün olduğunu hayal edebilirsiniz.

Maymunu getireceğim

Buranın arkasındadır ve Robert'a biraz saygı göstereceğinizi umuyorum.

Onun adı Robert ve onu getirmem bir dakikamı alabilir.

İşte Robert.

Bu vesileyle

üstümü değiştirmenin uygun olduğunu düşündüm.

Maymun avlamaya çok sık olarak gitmiyorum, fakat gittiğimde, bu şekilde gitmekten hoşlanıyorum.

Robert burada ve Robert' ı oraya yerleştireceğiz.

Elektromıknatısı etkin hale getirdiğimiz zaman kendisini oraya tutturabilmemiz için Robert'ın başında bir metal plaka var.

Akımı kapatırsak, bu durumda Robert düşecek.

Bu elektromıknatısı etkin hale getiren şey.

İşte başlıyoruz.

Robert' ın sinirli olduğunu görebiliyorum.

Ama onu suçlayamazsınız

Bu hayatının en güzel günü değil.

Aa, bu arada, bizlerin zalim olmadığımızı bilmenizi istiyorum.

Kurşun geçirmez yelek giyiyor.

Oh, ... Onun vücudunun her yerinin titrediğini hissedebiliyorum.

Çok sinirli

Robert, kendini bırakma! Oh, bu arada bunu göstereyim.

Bu silahı Robert' a mümkün olduğu kadar doğru bir şekilde hedefleyebilmek için her şeyi yaptığımızı bilmeniz oldukça önemlidir.

Robert, daha düşme.

İlk önce, silahı kurmak zorundayız.

Tut onu, şimdi, tut onu, Robert!

Bu her zaman Robert' ın başına gelir.

Tamam, tekrar düşmeyeceğine dair bana söz verdi.

Ben silahı kurduğum zaman,

Eğer golf topunu bulabilirsem, işte burada

Daha sonra elektrik devresi devreye girecek ve silah ateşlendiğinde akım kesilecek.

Ben bile sinirliyim.

Bunu itiraf ediyorum, biliyorsunuz, bu yapılacak çok kötü bir şey

Korkunç bir şey.

Hazır mısınız? Üç, iki, bir, sıfır.

Zavallı maymun.

Gelecek derste görüşürüz.