H.Ü EĞİTİM FAKÜLTESİ

OFMA

FİZİK EĞİTİMİ

FİÖ 213 FİZİK LABORATUVARI I DENEY FÖYÜ

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ

DENEY 1: MEKANİK VE DOĞRUSAL HAREKET

DENEY 2: KATI CİSİMLERİN DÖNME HAREKETİ

DENEY 3: TORK VEKTÖRLERİ

DENEY 4: EYLEMSİZLİK VE YER ÇEKİMİ KÜTLELERİ VE DEĞİŞKEN "g" SARKACI

DENEY 5: DAİRESEL HAREKET VE MERKEZCİL KUVVET

DENEY 6: HAVA MASASINDA EĞİK DÜZLEM

DENEY 7: İKİ BOYUTLU UZAYDA ÇARPIŞMA

DENEY 8: BASİT HARMONİK HAREKET

DENEY 9: HAVA MASASINDA EĞİTK ATIŞ

GİRİŞ

HAVA MASASI NEDİR? NASIL ÇALIŞIR?

Hava masası deney düzeneği başlıca aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır.

a) Hava masası
b) Diskler
c) Ark kronometresi
d) Hava pompası
e) Değişik aksesuarlar

Pompadan gelen basınçlı hava, dağıtıcı plastik hortumlardan geçerek disklere ulaşır. Diskler zincirler yardımıyla ark kronometresine bağlanmıştır. Disk ve masa yüzeyi arasında oluşan hava hareketi disklerin sürtünmesiz olarak yüzmesine neden olur. Masa yüzeyi ve diskler arasına sırasıyla iletken karbon kağıdı ve deney veri kağıdı konmuştur. Ark kronometresinin oluşturduğu kıvılcımlar, hareket eden disklerin etkileşimi sırasında disk konumlarının saptanmasını sağlar. Dolayısıyla deney sonuçları gözlenebilir ve grafiksel olarak kaydedilir. Ark kronometresi ve pompanın çalıştırılması el pedalları ile kontrol edilir. Değişik aksesuarlardan nasıl yararlanılacağı ilgili deneylerde ayrıca anlatılmıştır.

HAVA MASASININ ÇALIŞTIRILMASI:

1) Deney kağıdını (50x55cm büyüklüğünde beyaz kağıt) karbon kağıdının üstüne koyunuz. Kağıdı yapıştırmayınız.

2) Ark kronometresini ve hava pedalını elinizle rahatlıkla kullanabileceğiniz bir yere koyunuz. Yalnız hava pompasını açarsanız disklerin hava masasında hareket ettiklerini görürüsünüz. Disklerin izlerini belirlemek isterseniz ark pedalına da basınız. Deneyde disklerin yalnızca birini kullanmak isterseniz, diğer diski masanın uygun bir köşesine karbon kağıdını üstünde kalacak şekilde bırakınız ve altına bir kağıt parçası koyarak deney sırasında hareketsiz kalmasını sağlayınız. Hava masası yüzeyinin tümünde elektrik iletkenliğinin sağlanabilmesi için ilgili deneyiniz tek diskle yapılıyor bile olsa, diğer diskinde mutlaka masa yüzeyine temas etmesini sağlayınız. Aksi takdirde masadan akım geçmeyecektir. Ark pedalına basılsa dahi iz kağıdı üzerinde iz gözlenemez.

3) Hava masasının denge konumunu ayarlayabilmek için diskleri masanın ortasına yerleştiriniz. Hava pompasını açtığınızda ortadaki diskler hareket etmeye başlar. Masanın üç ayağının vidalarını kullanarak masayı denge konumuna getiriniz. Ark pedalına kesik kesik bastığınız halde diskler masanın ortasında hareketsiz kalıyorsa masa yatay durumda dengeye gelmiştir.

4) Her iki diski deney kağıdının üstüne koyunuz. Hava pompasını açınız ve diskleri hafifçe itiniz. Ve ark pedalına basınız. Diskler masanın kenarına geldiğinde ark pedalını serbest bırakınız ve kağıdı çekerek çıkardıktan sonra hava pompasını da kapatınız. Deney kağıdını arka yüzünde disklerin kıvılcım izlerini göreceksiniz. Ark kronometresinin frekansım değiştirerek aynı işlemi yineleyiniz. Böylece hava masası deney yapmaya hazır duruma gelmiştir.

UYARI:
Hava masasının yüzeyi camdır, kırılabilir. Karbon kağıdının son derece pürüzsüz ve düzgün olması gerekir. Bu nedenle hava pedalına basmadan diskleri kağıt üzerinde sürüklemeyiniz, yüzeyin düzgünlüğü bozulabilir. Deney kağıdına hava masasında iken hiçbir şey yazmayınız.

Disklere ek kütleler takarken dikkatli olunuz, kütleler simetrik oturmalıdır.

ÖLÇME YÖNTEMLERİ VE HATA HESABI

1 - GİRİŞ

Fizikte deneyler genellikle bir fiziksel niceliğin ölçümünü içerirler. Bu ölçümlerin sonuçları olan sayılar da fiziksel verileri oluştururlar. Fizik, işlemlere ölçme ile başlar ve sonuçta bu ölçmelere birçok hatalar karışır. Laboratuvarlarda, doğrudan doğruya elde edilen veya ölçülen büyüklükler yardımıyla hesaplanan bir büyüklüğün değerini bulmanın yanında, bu büyüklüğün ne kadar bir doğrulukla saptandığım da bulmak gerekir. Bu amaçla ölçme işlemi yapılır.

2 - ÖLÇME YÖNTEMLERİ:

İki çeşit ölçme yöntemi vardır.

A) Direkt ölçme: Direkt ölçme, ölçü aletleri yardımıyla bir x büyüklüğünün bilinmeyen değerini, standart aynı cinsten bir s büyüklüğü ile karşılaştırmaktır. Örneğin; bir cetvel ile bir uzunluğun ölçülmesinde olduğu gibi.

B) Dolaylı ölçme: Dolaylı ölçmeler, direkt olarak bir veya daha çok büyüklük yardımı ile yapılan hesaplara dayanır. Bunun için istenilen büyüklüğü direkt olarak, ölçülen büyüklüklere bağlayan teorik veya ampirik denklemler kullanılır. Örneğin; bir çelik bilyenin R çapı direkt olarak ölçülebilir. Fakat bu bilyenin hacmi, dolaylı bir ölçme ile çapı yardımıyla hesaplanabilir. Çünkü kürenin hacmi;

$$V = 4/3\, \pi r^3$$
$$r = R/2 \quad \Rightarrow$$
$$V = 1/6 \pi . R^3$$

olarak hesaplanabilir.

3 – HATA (BELİRSİZLİK) HESABI:

Herhangi bir fiziksel büyüklüğün ölçülen değeri ile doğru (gerçek) değeri arasındaki farka hata denir. Burada ki hata sözcüğü yanlış anlamında değil belirsizlik anlamındadır.

Hatanın kaynaklan değişik olur. Hatayı en aza indirebilmek için hataların nerelerden geldiğini veya geleceğini çok iyi bilmek gerekir.

Hataları deney sonucuna olan etkilerine göre iki gruba ayırabiliriz.

A) Sistematik Hatalar: Deneydeki okumalar boyunca sabit kalan, değişmeyen hatalara sistematik hatalar denir. Bu hatalar kendi aralarında üç gruba ayrılır a) kullanılan aletlerden b) izlenilen metottan c) dış etkilerden (çevre ve deney şartlarının olumsuzluğundan) ileri gelen sistematik hatalar.

Örneğin; ayarsız bir saatin veya sıfır noktası herhangi bir şekilde değişmiş bir aletin kullanılmasıyla hep aynı yönde ortaya çıkan hatalar birinci gruba dahildir. Aynı şekilde duyarlı bir terazinin iki kolu tamamıyla eşit yapılamayacağından bir M kütlesinin tartılmasıyla kaçınılması mümkün olmayan bir alet hatası yapılmış olur. Bu sistematik hata çift tartma ile giderilebilir. M kütlesini dengelemek için sağ göze konulan gramlar M_1 ve sol göze konulan gramlar M_2 ise cismin doğru kütlesi; $M = \sqrt{M_1 . M_2}$ olur.

Gözleyici ölçü aracının eşeline farklı doğrultularda bakarsa aynı büyüklük için her ölçümde farklı sonuçlar bulacaktır. Bu hata ikinci gruba dahildir.(Sağlıklı bir okuma için eşelin çizildiği yüzeye dik doğrultuda ve tam karşıdan bakılmalıdır).

Üçüncü gruptaki hatalar rüzgar, sıcaklık, nem, sarsıntı gibi dış etkilerden ileri gelir. Örneğin; bir cetvelin boyunun ve dolayısıyla taksimattan aralığının sıcaklıkla değişmesi böyle bir hataya sebep olur.

Sistematik hataların denetlenmesi ve düzeltilmesi mümkündür.

B) Rastlantısal (istatistiksel) hatalar: Ölçü aletlerinin duyarlılığı ve duyu organlarımızın yetersizliğinden ileri gelen, yönü bilinmeyen, sebebi bilinse bile ortadan kaldırılamayan hatalardır. Tamamen rastlantıya bağlı oldukları için bu hataların pozitif veya negatif olma ihtimalleri eşittir. Rastlantısal hataların sonuca etkisini azaltmak için ölçümler mümkün olduğu kadar çok sayıda tekrarlanmalıdır. Yapılan bir seri ölçümün aritmetik ortalaması, ölçülmek istenen büyüklüğün gerçek değerine en yakın sonucu verir. Bu bakımdan fizikte tek bir ölçümün pek büyük bir değeri yoktur.

Rastlantısal hatalar, bir deneyde her zaman bulunurlar ve deneyde sistematik hatalar bulunmadığında ard arda okumaların gerçek değer etrafında yayılmalarına sebep olurlar. Deneyde ek olarak sistematik hatalar da bulunuyorsa, okumaların yayılması gerçek değer etrafında olmaz, kaymış bir başka değer etrafında olur.

Kullanılan aletlerin duyarlığına ve ölçülerin tekrarlanma sayısına göre rastlantısal hataların ancak bir üst limiti hesaplanabilir. Bu bize elde edilen sonucun belirsizlik derecesi hakkında bir fikir verir. Hata hesaplarının nasıl yapıldığım inceleyelim.

1) Mutlak Hata: Herhangi bir büyüklüğün ölçülen değeri (x) ile bilinmeyen gerçek değeri (x_o) arasındaki farka *mutlak hata* denir.

$$\text{Mutlak hata} = \pm \Delta x = x - x_o$$

$$\text{Gerçek değer} = x_o = x \pm \Delta x$$

Mutlak hatanın işareti belli değildir. x_o' ın değeri alt ve üst sınır arasında bulunur.

$$(x - \Delta x) < x_o < (x + \Delta x)$$

2) Bağıl Hata: Mutlak hatanın (Δx), ölçülen değere (x) oranına *bağıl hata* denir.

$$\text{Bağıl hata} = \Delta x / x$$

Yüzde bağıl hata: Bağıl hatanın yüzde olarak anlatımıdır.

$$\text{Yüzde bağıl hata} = 100 .\ \Delta x / x$$

Tek ölçüm yapıldığında, mutlak hata olarak, ölçü aracının en küçük aralığının yarısını almak uygun olur. Denel ölçme işlemi aynı özenle n defa tekrarlandıktan sonra aritmetik ortalaması x bulunmuş ise mutlak hata ve standart sapma;

$$S = \Delta x = \pm \sqrt{\Sigma \Delta x_i^2 / n(n-l)}$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada $\Delta x_i = x_i - x$ her bir ölçümden ortalama değerin farklarıdır.

Ortalama sapma bağıntısı;

$$a = \Delta x = \pm(\Sigma|\Delta x_i - x|)/n \quad \text{dir.}$$

Örnek: Bir demir çubuğun uzunluğu 10 kez ölçülmüş ve çizelgenin x_i sütunundaki değerler bulunmuştur. Demir çubuğun uzunluğundaki mutlak, bağıl ve yüzde bağıl hatasını, standart sapmayı hesaplayınız.

Çözüm :

n	x_i (cm)	$\Delta x_i = x_i - x$	Δx_i^2
1	15.16	15.16-15.07 = + 0.09	81.10
2	15.08	15.08-15.07 = + 0.01	1.10
3	14.94	14.94-15.07 = -0.13	169.10
4	15.2	15.20-15.07 = + 0.13	169.10
5	15.15	15.15-15.07 = + 0.08	64.10
6	14.98	14.98-15.07 = -0.09	81.10
7	15.12	15.12-15.07 = + 0.05	25.10
8	15.1	15.10-15.07 = + 0.03	9.10
9	15.02	15.02-15.07 = -0.05	25.10
10	14.97	14.97-15.07 = -0.10	100.10
Toplam	150.72		724.10

Aritmetik ortalama = Ölçülen değerin toplamı / Ölçüm sayısı

$$x = \Sigma x_i/n \quad => \quad x = 150.72/10 \quad => \quad x = 15.07$$

Δx_i: Ortalamadan sapmaları göstermektedir.

Standart sapma = $S = \Delta x = \pm \sqrt{\Sigma \Delta x_i^2 / n(n-l)}$

$$\Delta x = \pm \sqrt{724.10 / 10 \,.\, 9} = \pm\, 0.02836 \text{ cm}$$

ölçü aracımızın duyarlığına bağlı olarak son üç rakam anlamsız olacağı için;

$$\Delta x = \pm\, 0.03 \text{ cm}$$

yazabiliriz. Bu durumda ölçülen uzunluğun mutlak hatası ile birlikte

$$x = 15.07 \pm 0.03 \text{ cm} \qquad \text{olur.}$$

Bağıl hata = Δx / x = 0.03 / 15.07 = 0.0019 = 0.002
Bağıl yüzde hata = 100 Δx/x = 100.(0.002) = 0.2
O halde bu uzunluk ölçümünün duyarlığı %0.2 dir.

4 – HATA HESABINDA DİĞER KURALLAR:

A) Birçok deneyde Z son büyüklüğünü doğrudan ölçemeyiz. Bunun yerine belli a, b, c v.b. ön büyüklüklerini ölçeriz ve ön büyüklüklerin bilinen bir fonksiyonu olması gereken Z’ yi hesaplarız. Deney bitiminde hesaplanan Z büyüklüğü, ölçülen iki büyüklüğün toplam veya farkına eşit ise Z’ nin mutlak hatası ölçülen büyüklüğün mutlak hataları toplamına eşit olur.

Mutlak hata => $\Delta Z = \Delta a \pm \Delta b$

Bağıl hata => $\ln Z = \ln (a \pm b)$

$$\Delta Z / Z = (\Delta a \pm \Delta b) / (a \pm b)$$

olur.

B) Hesaplanan Z büyüklüğü ölçülen iki büyüklüğün çarpımı veya bölümüne eşit olursa, Z’ nin bağıl hatası ölçülen büyüklüklerin bağıl hatalarının toplamına eşit olur.

$Z = a.b$ veya $Z = a / b$

$\ln Z = \ln a + \ln b$ veya $\ln Z = \ln a - \ln b$

$\Delta Z / Z = \Delta a/a + \Delta b/b$ veya $\Delta Z / Z = \Delta a/a + \Delta b/b$

olur.

C) Hesaplanan Z büyüklüğü ölçülen bir büyüklüğün n inci üssüne eşit olursa Z’ nin bağıl hatası ölçülen büyüklüğün bağıl hatasının n katı olur.

$Z = a^n$ => $\ln Z = n.\ln a$

$\Delta Z/Z = n.\ \Delta a/a$ olur.

ANLAMLI RAKAMLAR VE BİR SONUCUN SAYISAL İFADESİ

Ölçülen veya hesaplanan bir büyüklüğün değerinin doğruluğunu anlamak, bu değeri ifade eden sayıdaki rakamların sayısına bağlıdır. Bir büyüklüğün değerindeki güvenilir rakamların sayısı, bu büyüklük üzerinde yapılan hata ile belli olur. Yapılan hata miktarına göre sonuçta güvenilir rakamları bırakmak ve diğerlerini atmak uygun olur.

İlk şüpheli rakam da dahil olmak üzere bir ölçme veya hesaplama sonucundaki rakamların sayısına anlamlı rakamlar adı verilir. İlk anlamlı rakamdan önce gelen sıfırlar anlamlı rakam sayılmaz.

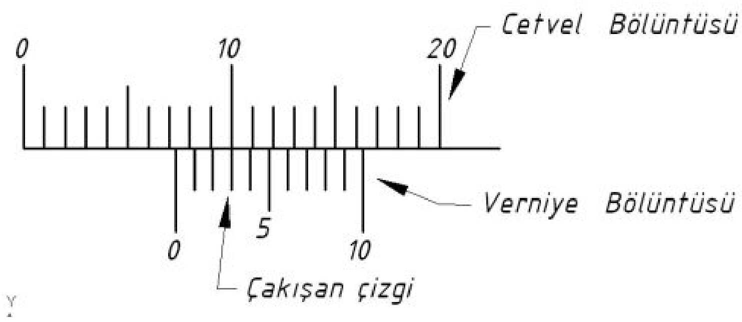
Anlamlı olmayan rakamların atılmasında atılan rakam 5 ve 5’ ten büyük olursa atılmayan son rakam 1 arttırılarak, 5’ ten küçükse son rakam aynen yazılır. Örneğin; bir cismin yoğunluğu 2.680 ± 0.006 olarak verilmişse bu ifade de 4 anlamlı rakam vardır. Yoğunluk 2.67965 olarak hesaplanırsa bu ifade 4 anlamlı rakamla verilince 2.680 olur.

Çok küçük veya çok büyük sayıların yazılmasında bu sayıların 10“ üslü olarak iki çarpan halinde yazmak gerekir. Buna göre ışığın boşlukta yayılma hızı $2.99796.10^{10}$ cm/s yazılır ve bu hızın 6 anlamlı rakama kadar hesaplanmış olduğu anlaşılır.

BAZI ÖLÇÜ ALETLERİ VE KULLANILIŞLARI

Verniye Eşeli

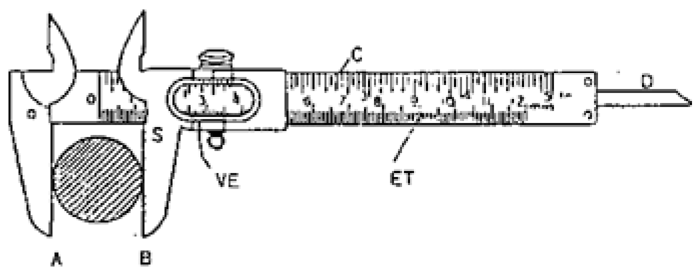
Uzunluk ve açı ölçmekte kullanılan birçok aletin esasını oluşturan verniye eşeli 1631 yılında Pierre Vernier tarafından ortaya konulmuştur. Kullanılan verniyeli ölçü aletlerini anlamak için önceden verniye eşelinin ne olduğunu bilmek gerekir. Verniye eşelinin her bölmesi, duyarlığım arttırmakta kullanıldığı aletin birim bölmesinden biraz farklı olmakla beraber, iki bölme arasında basit bir bağıntı vardır. ŞEKİL-1' de görülen verniyeli cetvelde verniye eşelinin 10 bölmesi esas eşelin 9 bölmesine karşı gelmektedir. Dolayısıyla her verniye bölmesi bir esas bölmeden, bu bölmenin 1/10' u kadar daha küçüktür. Birinci verniye bölmesi esas eşelin birinci bölmesinden 1/10 birim daha solda, ikinci verniye bölmesi ikinci esas bölmeden 2/10 birim daha solda v.b. gibidir. Bu sebepten 10 uncu verniye bölmesi 9 uncu esas bölme ile çakışmıştır.



ŞEKİL – 1

1) Sürgülü (Verniyeli) Kompas

Verniye ölçü sistemine göre tasarlanmış bir ölçü aletidir. Milimetre bölmeli bir cetvel ile bunun üzerinde kaydırılabilen verniye bölmeli bir sürgüden oluşmaktadır. Bir nesnenin tüm boyutlarım ve aynı zamanda delik çapı, aralık genişliği gibi boşluk boyutlarım ölçmede kullanılır. (ŞEKİL-2)



ŞEKİL – 2

ŞEKİL-2' te görülen verniye eşelini (VE) içeren S sürgüsü, esas taksimatın (ET) çizilmiş bulunduğu C cetveli üzerinde kaydırılabilir. Cetvelin yukarı kenarında, İngiliz uzunluk birimi olan *inç* taksimatı bulunmaktadır. Dıştan dışa ölçülmek istenen uzunluklar A, B gagaları araşma, içten içe ölçülmek istenen uzunluklar A, B gagalarının dış kenarları araşma yerleştirilir. S sürgüsü ile birlikte hareket eden D ucu ise içi boş bir cismin derinliğini ölçmekte kullanılır.

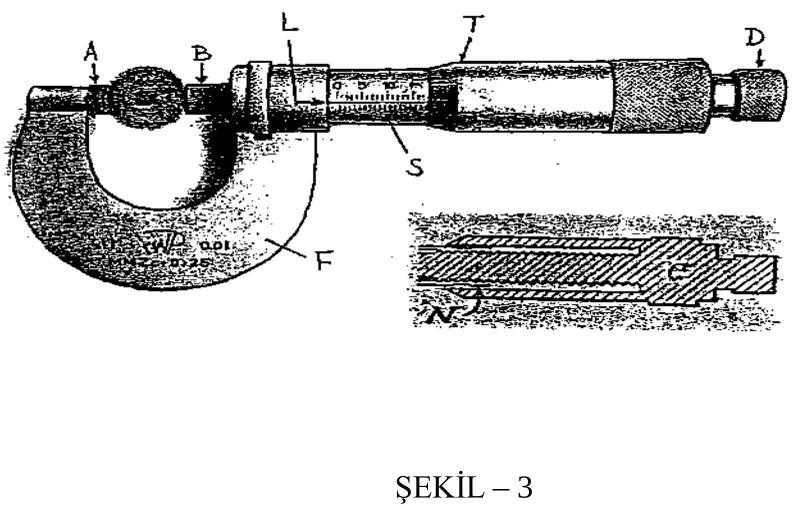
Sürgülü kompas ile yapılan ölçümlerde duyarlık 1/10 mm' dir. Kompasın gagaları araşma iyice yerleştirilen ve şekil değişikliğine uğramayacak biçimde hafifçe sıkıştırılan cismin ölçülmek istenen uzunluğunun değeri mm cinsinden

$$L = N + n/10$$

dur. Burada L ölçülen uzunluğu, N cetvel üzerinden tam olarak okunan mm cinsinden büyüklük, n ise verniye üzerinde olan ve cetveldeki bölmelerinden biri ile çakışan çizginin numarasıdır.

2) Mikrometre

Mikrometre, çok küçük uzunlukları büyük bir duyarlıkla ölçmeye yarayan mikrometre vidasının biraz daha geliştirilmiş bir şeklidir. Mikrometrenin çalışma prensibi ŞEKİL-3' te görülmektedir. Adımı 1mm veya 1/2 mm olacak şekilde itina ile yapılmış C vidası, aletin gövdesini oluşturan F parçasına bağlı N somunundan geçer. N somununun dış yüzeyine çizilmiş olan 1mm veya 1/2 mm aralıklı S taksimatı, mikrometre vidasının sağa doğru kaç tam devir ilerlediğim gösterir. C mikrometre vidasına bağlı T silindirinin çevresi, vida adımlarının cinsine göre ve bir tam devrin kesirlerim göstermek üzere, 50 veya 100 eşit bölmeye ayrılmıştır. Ölçülmek istenen uzunluk, temas yüzeyleri iyice cilalanmış ve birbirlerine tam paralel yapılmış A ve B uçları araşma sıkıştırılır. D düğmesi mikrometre vidasını çevirmeye ve B ucunun ölçü konusu cisim üzerine daima aynı basınçla temas etmesini sağlamaya yarar. B ucu cisme yeter basınçla temas ettiği anda D düğmesi boşa dönmeye başlar ve böylece gerek cismin ezilmesini gerekse vida ve somun dişlerinin tahrip olmasını önleyerek aletin ömrünü uzatır



ŞEKİL – 3

Bu ölçü aletinin duyarlığı lmm de 1/100 mm’ dir.

Sabit ölçek üzerinden n okunarak L uzunluğu mm cinsinden .

$$L = n + 1/100$$

olarak bulunur.

3) Kronometre

Kronometre, bir olayın başlangıç ve bitimi arasında geçen zaman aralığım saniyenin kesirleri mertebesinden bir duyarlıkla ölçmeye yarayan bir alettir (ŞEKİL-4). D düğmesi kronometreyi kurmaya, harekete geçirmeye ve durdurmaya yarar. Bazı kronometrelerde başlatma ve durdurma düğmeleri ayrı ayrıdır. Büyük eşel ve bunun üzerinde hareket eden büyük gösterge saniyeleri ve saniyenin kesirlerini, ortadaki küçük eşel ve küçük gösterge dakikaları gösterir. Alet, baş parmak D düğmesi üzerine gelmek üzere sağ elin avuç içine alınarak kullanılır. Gözlenen olayın başlangıcında D düğmesine başparmakla basılarak kronometre harekete geçirilir, olay sona erdiği anda düğmeye tekrar basılır ve alet durdurulur. Geçen zaman okunduktan sonra düğmeye üçüncü bir kez daha basılırsa ibreler sıfır durumuna döner ve alet yeni bir ölçmeye hazır olur.

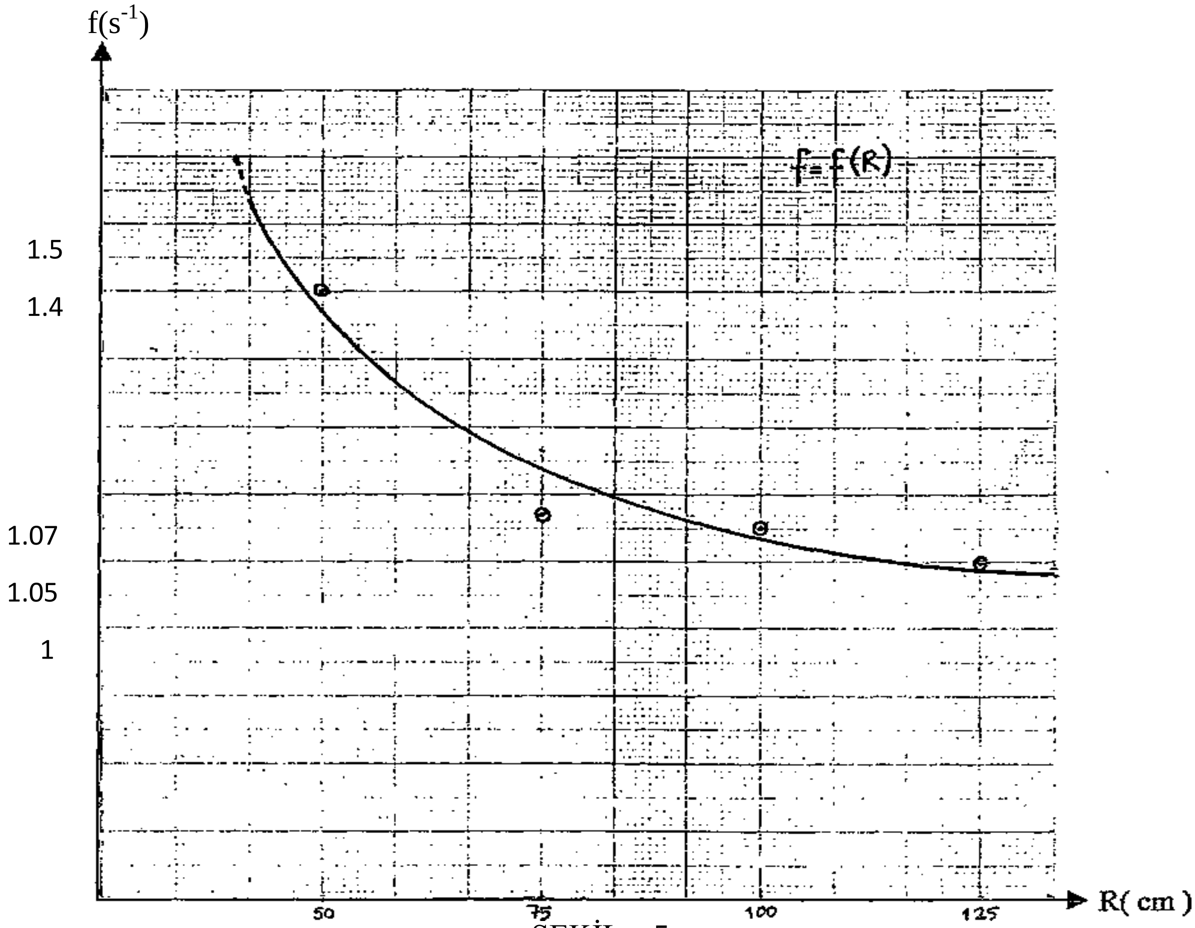
ŞEKİL – 4: Yarım saniye duyarlıkla zaman ölçen bir kronometrenin kullanılışı

Örnek: Laboratuvarda yapılan merkezcil kuvvet deneyinde, bir dairesel harekette frekansın yarıçapa bağlı olarak nasıl değiştiği incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

n=10 dönme için;

R(cm)	t (s)
50	7
51	9.2
52	9.5
53	10

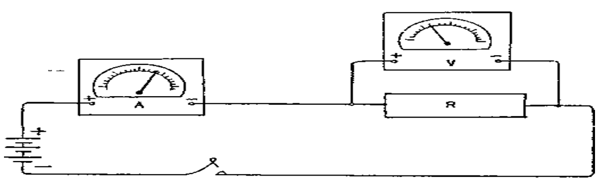
f = f (R) grafiği ŞEKİL-5' de görülmektedir.



ŞEKİL – 5

4) Ampermetre

Ampermetre kapalı bir elektrik devresinden geçen akımın şiddetini ölçmeye yarayan, iç direnci küçük bir alettir. Ölçeceği akımın cinsine (doğru akım, alternatif akım) ve büyüklüğüne (mikroamper, miliamper, amper) göre çeşitli tip ve kademede ampermetreler vardır. Bu bakımdan bir ampermetreyi devreye bağlamadan önce amaca uygun tipte ve ölçü kademesinde olup olmadığı kontrol edilmelidir. ŞEKİL-6' da görüldüğü gibi ampermetre devreye seri bağlanır. Ölçülecek akım doğru akım ve kullanılan ampermetre yalnız doğru akımı ölçebilen bir ampermetre ise (termik ampermetreler ve yumuşak demirli ampermetreler hem doğru hem de alternatif akımı ölçebilirler) kutupların bağlanışına özellikle dikkat edilmelidir.



ŞEKİL 6

5) Voltmetre

Voltmetre, bir elektrik devresinin iki noktası veya bir üretecin iki kutbu arasındaki potansiyel farkını ölçmekte kullanılan, iç direnci büyük bir alettir. Ampermetrelerde olduğu gibi ölçülecek potansiyel farkının cinsine ve mertebesine göre çeşitli tip ve kademede voltmetreler vardır. Bu bakımdan bir voltmetreyi kullanmadan önce amaca uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.

ŞEKİL-6' da görüldüğü gibi voltmetre, potansiyel farkı ölçülmek istenen iki nokta arasına paralel bağlanır.

GRAFİK ÇİZME VE GRAFİKTEN YARARLANMA

Çoğunlukla laboratuvar deneylerinin amacı, y gibi bir büyüklüğün x gibi diğer bir büyüklüğe bağlı olarak nasıl değiştiğini incelemektir. Bunun için x istenildiği gibi değiştirilir ve buna karşılık y' nin aldığı değerler ölçülerek bir çizelge düzenlenir. Değiştirilen x büyüklüğü apsis, ölçülen y büyüklüğü ordinat olmak üzere y = f(x) grafiği çizilir. Elde edilen grafik, bu iki büyüklüğün birbirine bağlı olarak nasıl değiştiklerim gösteren bir tablo gibidir.

Bir grafiği çizmek için aşağıdaki genel kurallara uymak gerekir.

a) x ve y' nin çizelgede yer alan en küçük ve en büyük değerlerine ve ölçülerin duyarlığına göre uygun büyüklükte bir grafik kağıdı seçilir. Eğer ölçüler üç anlamlı rakam içeriyorsa, dört anlamlı rakam okumak üzere grafiği genişletmenin hiçbir faydası yoktur.

b) Apsis ekseni değiştirilen x büyüklüğünün, ordinat ekseni buna bağlı olan y büyüklüğünü göstermek üzere X ve Y eksenleri çizilir. Eksenlerin kesim noktasının her iki büyüklük içinde sıfırı göstermesi şart değildir. Hatta, eğer her iki büyüklüğün alt değeri sıfırdan çok uzak ise her iki eksen de alt değerlerine en yakın yuvarlak sayılardan başlamalıdır. Aksi halde grafik kağıdının büyük bir kısmı boş kalır.

c) Grafik kağıdı üzerinde birim bölmeleri o şekilde seçilir ki her birim bölme 2, 3 veya 10 küçük bölmeye kolayca ayrılabilsin. Apsis ve ordinat bölmelerinin mutlaka aynı olmasına gerek yoktur.

d) Eğer değerler çok küçük veya çok büyük ise bunları 10' un kuvvetleri şeklinde gösteriniz ve ortak çarpanı en büyük taksimatın sağma yazınız. Örneğin 0.0027 gibi sayılar $2,7.10^{-3}$ şeklinde, 168000 gibi sayılar $16,8.10^{4}$ veya 168.10^{3} şeklinde yazılabilir.

e) Eksenlerin dış ucuna o eksen üzerinde yer alan büyüklüğün işaretini ve birimini ŞEKİL-5' de verilen örnektekine benzer biçimde yazınız.

i) Noktalan grafikteki yerlerine sivri uçlu bir kalemle işaretleyiniz ve her noktanın etrafina küçük bir daire çiziniz.

g) Noktalan birbirine birleştiren kırık bir çizgi değil, noktalan en yakın düzgün bir eğri çiziniz. Öyle ki, eğrinin noktalara olan uzaklıkları toplamı minimum olsun. Fakat diğerlerinden çok ayrı ve hatalı olduğu açıkça görülen noktalan ihmal ediniz. Eğrinin, ölçü sınırlarınızın dışında kalan uzantılarını kesikli çizgi ile çiziniz. (Son şekli buluncaya kadar eğri kurşun kalemle çizilmelidir.)

h) Grafiğin üstünde kalan boşluğa deneyin konusunu ve grafiğin neyi gösterdiğini kısaca yazınız.

FİZİKTE BİRİMLER SİSTEMİ

Fizikteki bütün büyüklüklerin birer sayısal değeri vardır; ayrıca her büyüklük bir de bir birime sahiptir. Bundan dolayı;

Fiziksel Büyüklük = Sayısal Değer . Birim

şeklinde ifade edilir. Örneğin; bir uzunluk ölçüsünde sayısal değer 327,5 birim büyüklüğüne eşit ise; 1 = 327,5 . 1m = 327,5 m olacaktır. Bir ağırlık ölçüsünde sayısal değer 53,25 br büyüklüğüne eşit ise ve birim olarak kilogram alınırsa G = 53,25 . 1 kg = 53,25 kg olur. Bu gibi örnekleri çoğaltabiliriz. Sonuç olarak bir fiziksel büyüklüğün tanımlanması hem sayısal değerin hem de biriminin verilmesi ile mümkün olur. Yalnız sayısal değerin hiçbir anlamı yoktur.

Fiziksel büyüklükler iki sınıfa ayrılırlar.

1) Skaler büyüklükler
2) Vektörel büyüklükler

Skaler büyüklüğün tanımlanması için bir sayısal değere ve bir de birime ihtiyaç vardır. Vektörel büyüklükler de ise bundan başka ayrıca yön ve doğrultunun da belirtilmesi gerekir.

Fizikte ve teknikte günümüze kadar değişik birçok birimler sistemi düzenlenmiştir. Hatta farklı ülkelerde ayrı ayrı birimler sistemi oluşturulmuştur. Bu durum milletlerarası ilişkilerde büyük karışıklıklar doğurmuştur. Bu karışıklık bilimsel yayın ve araştırmalarda da görülmüştür. Bu durumu önlemek için uluslararası ağırlıklar ve ayarlar komisyonu metrik sistemin en modem sistemi olan SI - Birimler sistemini düzenlemiş ve bu birimler sisteminin bütün dünya ülkeleri tarafından kabul edilmesini önermiştir. Bizim ülkemizde de bir kanunla SI - Birimleri Türk Birimler Sistemi olarak kabul edilmiştir.

Bu birimler sistemi anlatılmadan önce boyutlardan da bahsedilmesi gerekir.

Herhangi bir türetilmiş birimin temel birimlere bağlılık tarzım göstermek üzere boyut denklemleri adı verilen semboller kullanılır. Boyut denklemlerinin genel formülü şu şekildedir:

$$G = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} 0^{\varepsilon} N^{\xi} J^{\eta}$$

L = Uzunluk (metre) M = Kütle (kilogram) T = Zaman (saniye)
I = Elektrik akım şiddeti (amper) Ө = Termodinamik sıcaklık derecesi (K)
N = Madde miktarı (mol) J = Işık şiddeti (Candela)

Örnek: Hızın hesaplanmasında kullanılan formül

$v = x / t$ ise $v = x . t^{-1}$ olarak yazılabilir.

Bu bağıntının boyut denklemi ise $V = L.T^{-1}$ dir. Burada V, L ve T birer büyüklüktür. Bir birimin boyutu onun sembolünü büyük harflerle yazarak ifade edilir.

Örnekler:

Kuvvet	$F = m.a$ ise boyut denklemi	$F = L . M . T^{-2}$
İş	$W = F.x$ ise	$W = L^2.M.T^{-2}$
Frekans	$f = 1/T$ ise	$F = T^{-1}$
Basınç	$P = F / S$ ise	$P = L^{-1} . M . T^{-2}$

SI BİRİMLERİ

Bu birim sisteminde 7 temel birim vardır.

Birim	Sembol
Uzunluk	m (metre)
Kütle	kg (kilogram)
Zaman	s (saniye)
Elektrik akım şiddeti	A (amper)
Termodinamik sıcaklık derecesi	K (Kelvin)
Madde miktarı	mol (Mol)

Bu birimler temel birimlerdir. Diğer birimler bu 7 temel birimden türetilirler. Örneğin; Yüzölçümü birimi (m^2), hız birimi (m/s), ivme birimi (m/s^2) şeklindedir.

Bazı türetilmiş birimlerin özel adlan da vardır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir. Bu tabloda sadece birkaç örnek vardır. Oysa ki fizikte pek çok büyüklük vardır. Hepsinin tanımını burada vermek mümkün değildir.

Derslerimizde ve laboratuvarda sadece SI - Birim sistemi kullanılacaktır.

Boyut	**SI - Sist. deki adı**	**Sembolü**	**Tanımı**
Frekans	Hertz	Hz	s^{-1}
Kuvvet	Newton	N	$m.kg.s^{-2}$
Basınç	Pascal	Pa	$m^{-1}. kg. s^{-2}$
İş, Enerji	Joule	J	$m^{2}. kg. s^{-2}$
Güç	Watt	W	$m^{2}. kg. s^{-3}$
Elektrik yükü	Coulomb	C	s . A
Gerilim	Volt	V	$m^{2}. kg .s^{-3}.A^{-1}$
Kapasite	Farad	F	$m^{-2}.kg^{-1}.s^{4}. A^{2}$
Direnç	Ohm	Ω	$m^{2}. kg .s^{-3}.A^{-2}$
İletkenlik	Simens	S	$m^{-2}.kg^{-1}.s^{3}.A^{2}$
Magnetik akı	Weber	Wb	$m^{2}.kg .s^{-2}.A^{-1}$
İndüksiyon	Tesla	T	$kg.s^{-2}.A^{-1}$
Celcius - Temp.	Grad Celcius	C	K
Aydınlanma	Lüx	Lüx	$m^{-2}.cd.sr^{2}$

DENEY NO: 1

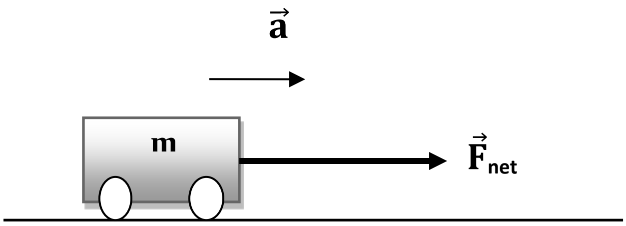
DENEYİN ADI: MEKANİK ve DOĞRUSAL HAREKET

DENEYİN AMACI:

(a) Kuvvet ve ivme birbirleriyle nasıl bağlantılıdır?

(b) Kütle ile ivme birbirleriyle nasıl bağlantılıdır?

DENEY BİLGİSİ:



ŞEKİL-1.1

Net bir kuvvet serbest bir cisme sabit bir ivme verir. İvme, kendisini oluşturan net kuvvet ile orantılı ve aynı yönlüdür. F_{net} kuvvetinin etkisi ile cisim a ivmesini kazanmış ise;

$$\vec{F}_{net} = m.\,\vec{a} \qquad (1.1)$$

olur veya

$$a = d\,v\,/\,dt$$

olduğundan,

$$F_{net} = m\,.\,d\,v\,/\,dt \qquad (1.2)$$

şeklini alır.

Newton'un ikinci kanununa dinamiğin temel kanunu, (1.2) bağıntısına da dinamiğin temel denklemi denir. F_{net} = 0 ise a = 0 olacağından cisim hızını doğrultu, yön ve şiddet bakımından değiştirmez. (1.2) bağıntısında ivmenin orantı katsayısı olarak ortaya çıkan m büyüklüğüne, kuvvet etkisinde kalan cismin kütlesi denir. Cgs birim sisteminde kütlenin birimi *gram,* MKS sisteminde ise *kg*'dır. Buna göre kuvvet birimi cgs sisteminde *dyn*'dir. Tanım olarak 1 dyn, 1 gram kütleye 1 cm/s lik ivme veren kuvvettir. Eğer MKS birim sistemi kullanılırsa kuvvet birimi *Newton* olarak tanımlanır. 1 newton, 1 kg kütleye 1 m/s'lik ivme veren kuvvettir. Bu tanımlardan yararlanılarak 1 N = 10^5 dyn olarak bulunur.

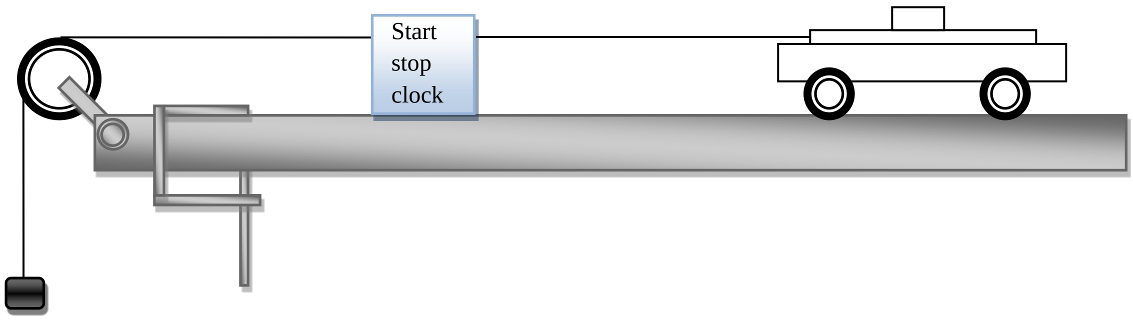
Newton'un ikinci kanunundan, sabit bir kuvvetin etkisi altında ivmenin sabit olduğunu, bir cismin ivmesinin ona etkiyen net kuvvetle doğru orantılı olduğunu söyleyebiliriz.

KULLANILAN ARAÇLAR: İki adet araba (pascar ME6950) (M=263 g), 1 adet kronometre (electronic stop clock), ağırlık (1 g – 250 g), ağırlık asıcı (1 g), ray (arabanın üzerinde hareket ettiği düzenek), makara. **(Öğrenci tarafından getirilecek malzeme: Cetvel, milimetrik kağıt, hesap makinesi)**

DENEYİN YAPILIŞI:

Deneyimizde F_{net} = M.a bağıntısını doğrulamaya çalıştığımız için sırasıyla bağıntıdaki değişkenlerden birini sabit tutup, diğerlerini değiştirerek veri alacağız.

A) Deneyin ilk bölümünde arabanın kütlesi M ve arabanın aldığı yol x sabit tutulup, arabaya etkiyen kuvvet F değiştirilecektir.



ŞEKİL-1.2

ŞEKİL-1.2' de gösterilen düzeneği kurunuz. Ray 0-120 cm aralığında ölçeklendirilmiştir. Kronometreyi, ayaklarının orta noktası, ray üzerinde 91 cm' ye gelecek şekilde yerleştiriniz. Bu durumda arabanın aldığı yol x = 80 cm de sabitlenmiş olacaktır. Ağırlık aşıcının ucuna m=3 gramlık pul ağırlığı asınız. Arabayı rayın başına yerleştiriniz. Bir eliniz arabanın üzerinde, bir eliniz kronometrenin start butonunda olacak şekilde kronometreyi açınız. Arabanın üzerinden elinizi çektiğiniz anda kronometrenin de start butonuna basmalısınız.

(**NOT:** Eliniz start butonunda basılı kalırsa kronometrenin stop tuşu devreye girmeyecektir. Dolayısıyla süreyi başlatmak için parmağınızla butona bir kez basıp hemen çekmeniz gerekmektedir.)

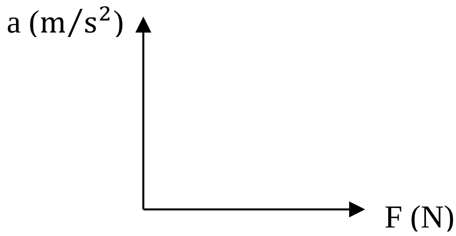
Sırasıyla m = 3, 4, 5, 6, 7 gram ağırlıklar, ağırlık aşıcıya tutturularak deneyi tekrarlayınız. Arabaya etkiyen kuvvet **F = m.g** den hesaplanacaktır.

Elde ettiğiniz değerleri Tablo (1-1)'e kaydediniz.

Tablo (1-1)

m(g)	s (cm)	t (s)	F(N) = m.g	$t^2(s^2)$	a (m/s^2)
3	80				
4	80				
5	80				
6	80				
7	80				

(ŞEKİL-1.3)' deki ivme - kuvvet grafiğini çiziniz. Elde ettiğiniz eğriyi yorumlayınız.



ŞEKİL-1.3

Çizdiğiniz grafiğin eğimini bulup, bunu arabanın kütlesi M ile karşılaştırıp, hata hesabı yapınız.

B) Deneyin ikinci bölümünde arabaya etkiyen net kuvvet F_{net} ve arabanın aldığı yol x sabit tutulup, arabanın kütlesi M değiştirilecektir.

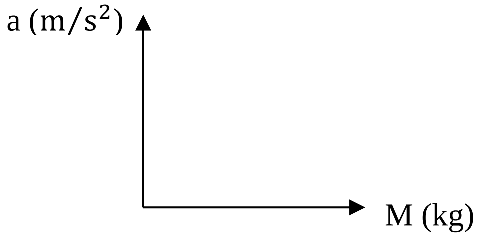
ŞEKİL-1.2' deki düzeneği yeniden kurunuz. Deney (A) dan farklı olarak ağırlık aşıcıya l0g' lık pul ağırlık asıp, bunu deney boyunca değiştirmeyiniz. Sadece arabanın üzerine eklenecek kütleyi 50-200 g aralığında değiştirerek deneyi 4 kez tekrarlayınız.

M(g)	s (cm)	t (s)	F=m.g(N)	$t^2(s^2)$	a (m/s^2)	l/M (l/kg)	F=Ma(N)
263+50	80						
263+100	80						
263+150	80						
263+200	80						

Elde ettiğiniz değerleri Tablo (1-2)'ye kaydediniz.

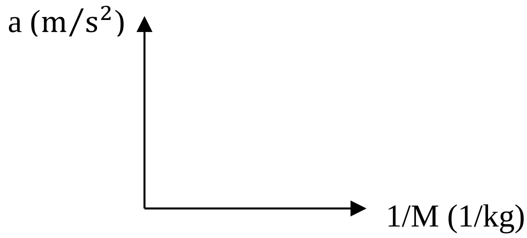
Tablo (1-2)

İvme - kütle grafiğini çiziniz. (ŞEKİL-1.4) Elde ettiğiniz eğriyi yorumlayınız.



ŞEKİL-1.4

1/M değerini hesaplayıp Tablo (1-2)'ye kaydediniz. İvme - 1/M grafiğini çiziniz. (ŞEKİL-1.5)



ŞEKİL-1.5

Elde ettiğiniz eğriyi yorumlayınız. İvme ile kütle arasında bir orantı kurunuz. Yaptığınız dört farklı ölçüm için çarpım **M.a**' yı hesaplayıp ortalama değeri çıkarınız. Bulduğunuz bu ortalama değeri ŞEKİL-1.5'deki grafiğin eğimi ile karşılaştırıp hata hesabı yapınız.

DENEY NO:2

DENEYİN ADI: KATI CİSİMLERİN DÖNME HAREKETİ

DENEYİN AMACI:

a) Dönme hareketinde iş ve kinetik enerji kavramlarının incelenmesi.
b) Farklı katı cisimlerin eylemsizlik momentlerinin bulunması.

DENEY BİLGİSİ:

Newton'un ikinci hareket yasasında, cisme etkiyen kuvvet, cismin kütlesi ve çizgisel ivmesine F = ma şeklinde bağlıydı. Bir tekerlekte olduğu gibi, bir cisim bir eksen etrafında dönebiliyorsa, torklar bu cisme açısal ivme verebilir. Bu deneyde dönme hareketleri için kullanılan bağıntıları inceleyeceğiz. Bu bağıntıların, cisme etkiyen torku, cismin açısal ivmesi ile dönme eylemsizliğinin ölçüsü olan büyüklüğün çarpımına bağladığını göreceğiz.

Doğrusal harekette, cismin eylemsizliği, cismin kütlesi tarafından temsil edilir. F= ma dan m = F/a yazabiliriz. Bu durumda kütle, a= 1 m/s^2 lik doğrusal bir ivme sağlamak için ne büyüklükte bir kuvvete gerek olduğunu anlatmaktadır. Büyük eylemsizliğe sahip bir cisim büyük bir kütleye sahip olur ve buna lm/s^2 lik ivme vermek için büyük bir kuvvete ihtiyaç duyulur. F= ma nın dönme hareketleri için karşılığı olan $\boldsymbol{\tau = I\, \alpha}$ da I eylemsizlik momenti hakkında benzer bilgiler verir.

$$\boldsymbol{\tau = I\, \alpha}$$

bağıntısı, α = 1 rad/ s^2 lik açısal ivme oluşturmak için ne kadarlık torka ihtiyaç duyulduğunu anlatır. (Bir θ açısı boyunca etki eden torkun yaptığı iş $\boldsymbol{\tau\, \theta}$ dır). Büyük I değerlerine sahip cisimlerin dönme oranlarını değiştirmek için büyük torklara ihtiyaç duyulur. Açıkça I, cismin dönme eylemsizliğinin bir ölçüsüdür.

Bütün cisimler için, I, cismin kütlesi ile cisme ait bir boyutun karesinin çarpımına eşittir. Denklem olarak I = m k^2 dir. Burada k jirasyon yarıçapı olup, cismin şekline ve I' nın hesaplandığı eksene bağlıdır.

Dönmekte olan bir cisim $KE_{dön} = \frac{1}{2}\ Iw^2$ dönme kinetik enerjisine sahiptir.
Bir θ açısı boyunca etki eden torkun yaptığı iş $\boldsymbol{\tau\, \theta}$ dır.

Kısaca cismin sabit bir eksen etrafında dönmesi sırasındaki hareketinin özelliklerini şu şekilde özetleyebiliriz:
Cisim üzerinde her noktanın hızı, cismin açısal hızı ile o noktanın dönme eksenine uzaklığının çarpımına eşittir. Yani eksenden uzaklaştıkça hız artacaktır. Hız vektörü daima o noktayı dönme eksenine birleştiren doğruya dik olup yönü açısal hız yönüne göre belirlidir.

Cisim üzerinde her noktanın normal ivmesi, açısal hızın karesi ile o dönme eksenine uzaklığının çarpımıdır. Normal ivme daima o noktadan dönme ekseni merkezine doğrudur.

Cisim üzerinde her noktanın teğetsel ivmesi, açısal ivme ile o noktanın dönme eksenine uzaklığının çarpımına eşittir. Teğetsel ivme vektörü, o noktayı dönme ekseni merkezine birleştiren doğruya dik olup yönü açısal ivme yönüne göre belirlenir.

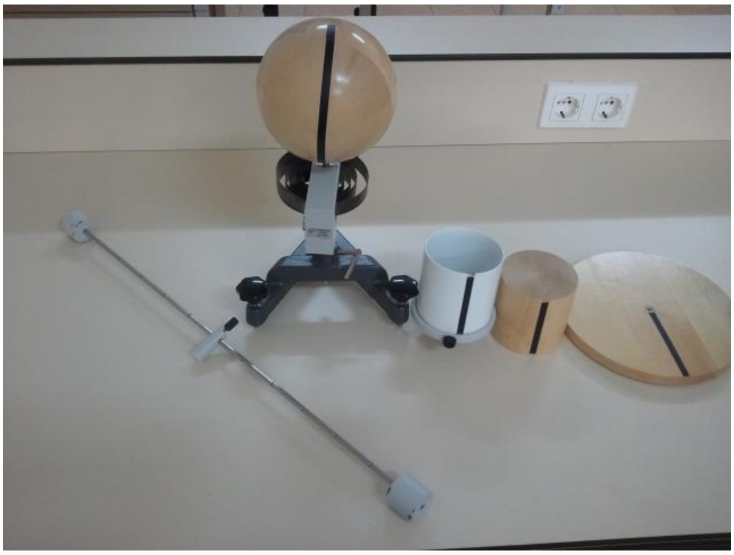
Cisim üzerinde bulunan bir noktanın ivmesi teğetsel ve normal ivmelerin vektörel toplamıdır.

Cisim belirli bir açısal hız ile dönerken merkezinin açısal hızı ve ivmesi sıfırdır.
Ayrıca dikkat edilir ise, açısal hız ve ivme bir cisme ait değerlerdir, cismin üzerinde bir

noktaya ait değerler değildirler.

KULLANILAN ARAÇLAR:

Ucuna ağırlıkların takıldığı ince metal çubuk, çubuğun ucuna takılan iki eşit metal kütle, küre, silindir, içi boş silindir, disk, destek plakası, kronometre.



ŞEKİL 2.1

DENEYİN YAPILIŞI:

A) EYLEMSİZLİK MOMENTİNİN TANIMI

Deneyin bu aşamasında yapılacaklar aşağıda belirtilmiştir.

A1) Üzerine ağırlıklar takılabilen ince bir çubuğun dönme periyodunun, ağırlıkların dönme eksenine olan uzaklığının bir fonksiyonu olarak ölçülmesi.

A2) Eylemsizlik momenti bağıntısının doğrulanması.

A3) Torkun hesaplanması.

ŞEKİL 2.2

Şekil 2.2 deki düzeneği kurunuz.

1. Çubuğa takılı ağırlıkları dönme ekseninden 30 cm uzağa yerleştiriniz. Çubuk 5 cm aralıklarla ölçeklendirilmiştir.

2. Üç ayağın altına yerleştirdiğiniz bir kağıt üzerine sistemin denge konumunu işaretleyiniz. Deney boyunca sistem yerinden hiç hareket etmemelidir. Veri alırken ara ara sistemin işaretlediğiniz denge konumundan sapıp sapmadığını kontrol ediniz.

3. Çubuğu sağa doğru 180° döndürünüz.

4. Çubuğu serbest bıraktığınız anda kronometrenin start düğmesine basınız. (Çubuğu serbest bırakışınızla kronometreye basmanız eş zamanlı olmalıdır).

5. Çubuğun denge konumundan 3 kez geçişi için geçen süreyi belirleyiniz. ($3T_1$, $3T_2$, $3T_3$)

6. Ölçülen 3 tane periyod değerinin ortalamasını alıp $3T_{ort}$ değerini hesaplayınız.
7. T_{ort} değerini hesaplayınız. Hesaplanan büyüklükleri Tablo 2.1 ve Tablo 2.2' ye kaydediniz.

8. Ağırlıkların dönme eksenine olan uzaklığını 25 cm, 20 cm, 15 cm, 10 cm, 5 cm seçerek ve son olarakta sistemden ağırlıkları çıkararak deneyi tekrarlayınız.

9. Ölçülen T değerlerini kullanarak T^2 (s^2) - r^2(cm^2) grafiğini çizip grafikten torku hesaplayınız.
(m= 0.240kg)

r (cm)	$3T_1$ (s)	$3T_2$ (s)	$3T_3$(s)	$3T_{ort}$ (s)	T_{ort}
30					
25					
20					
15					
10					
5					
Ağırlıksız					

Tablo 2.1

r^2	T_{ort}^2 (s^2)

Tablo 2.2

B) FARKLI KATI CİSİMLER İÇİN EYLEMSİZLİK MOMENTİNİN BULUNMASI

Deneyin bu aşamasında yapılacaklar aşağıda belirtilmiştir.

B1) Farklı kütleli, aynı eylemsizlik momentli katı cisimlerin periyodlarının karşılaştırılması.

B2) Farklı kütleli içi dolu ve içi boş katı cisimlerin periyodlarının karşılaştırılması.

1. ŞEKİL-2.1 de gösterilen küreyi dönme eksenine yerleştiriniz. Üç ayağın altına yerleştirdiğiniz bir kağıt üzerine sistemin denge konumunu işaretleyiniz. Deney boyunca sistem yerinden hiç hareket etmemelidir. Veri alırken ara ara sistemin işaretlediğiniz denge konumundan sapıp sapmadığını kontrol ediniz.

2. Küreyi sağa doğru 180° döndürünüz.

3. Küreyi serbest bıraktığınız anda kronometrenin start düğmesine basınız. (Küreyi serbest bırakışınızla kronometreye basmanız eş zamanlı olmalı).

4. Kürenin denge konumundan 3 kez geçişi için geçen süreyi belirleyiniz.

5. Ölçülen 3 tane periyod değerinin ortalamasını alıp $3T_{ort}$ ve T_{ort} değerini hesaplayınız.

6. Aynı işlemleri her bir katı cisim için tekrarlayınız. (Silindir, içi boş silindir, disk ve destek plakası)

7. Her bir katı cisim için hesaplanan T_{ort} değerlerinden yararlanarak eylemsizlik momentlerini bulunuz. Aldığınız verileri Tablo 3.3 e kaydediniz.

8. Teorik olarak her bir katı cisim için eylemsizlik momentlerini hesaplayıp, deneysel değerlerle karşılaştırınız.

YORUM SORUSU: Farklı cisimler içim eylemsizlik momenti ifadesi farklılık gösterir mi?

CİSİM	M(g)	2R(cm)	$3T_{ort}$(s)	T_{ort} (s)
Küre				
Disk				
Silindir				
İçi boş Silindir				
Destek Plakası				

Tablo 2.3

DENEY NO: 3

DENEYİN ADI: TORK VEKTÖRLERİ

DENEYİN AMACI:

- Kuvvet vektörlerinin toplanmasını ve dengeleyici kuvvetin bulunmasını incelemek.
- Kuvvetlerin bileşke vektörlerine ayrılarak incelenebileceğini deneysel olarak kanıtlamak.
- Kuvvetlerin döndürme etkilerini ve bunların dengesini gözlemlemek.

DENEY BİLGİSİ:

Vektörler belirli bir büyüklüğü, yönü, başlangıç noktası ve doğrultusu olan fiziksel nicelikleri temsil etmek üzere kullanılırlar. Vektörel olan bazı fiziksel nicelikler arasında; hız, ivme, momentum, kuvvet, elektriksel ve manyetik alan sayılabilir. Vektör ok ile gösterilir. Okun başlangıç ve bitiş uçları arasındaki boyu vektörün büyüklüğü ile orantılıdır. Okun ucunun doğrultusu vektörün yönünü gösterir. Kısaca vektör, herhangi bir fiziksel büyüklüğü temsil eden yönlendirilmiş doğru parçası olarak tanımlanabilir.

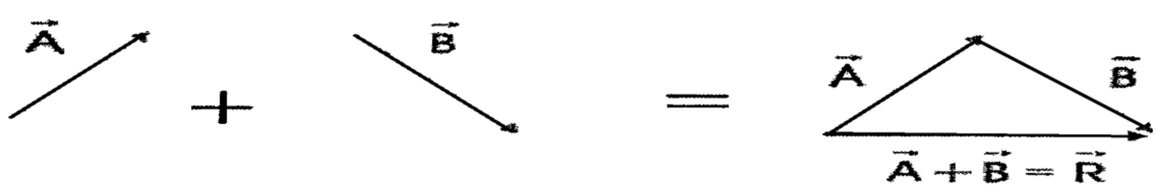
Doğrultusu ve yönü olmayıp yalnız büyüklüğü olan fiziksel nicelikler skaler niceliklerdir. Örneğin, bir insanın kütlesi, suyun sıcaklığı, bir cismin hacmi, zaman, enerji birer skaler niceliktir.

Vektörel Büyüklüklerin Toplanması:

Herhangi bir büyüklük ve yöne sahip olan aynı cins iki veya daha fazla vektör, geometrik yöntemlerle veya bileşenlere ayırma metodu ile toplanabilirler.

a. Geometrik (grafik) Metod:

İki veya daha çok vektörün toplanması sonucunda "**bileşke vektör"** elde edilir. ŞEKİL-3.1'de görüldüğü üzere, farklı doğrultuda ve yöndeki $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ gibi iki vektörü toplamak için; vektörlerden birisi ($\vec{A}$) sabit tutulup, diğeri ($\vec{B}$) doğrultusu ve yönü değişmeyecek şekilde başlangıç noktası, sabit olan vektörün bitiş noktasına gelecek şekilde kaydırılır. Bu yeni durumda, sabit tutulan vektörün başlangıç noktası ile hareket ettirilen vektörün bitiş noktası birleştirilerek bileşke (toplam) vektör ($\vec{R}$) elde edilir. Bu işlem, $\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$ şeklinde gösterilebilir. $\vec{R}$ bileşke vektörünün büyüklüğü ($\vec{R}$) ve açı ölçülerek bulunur.

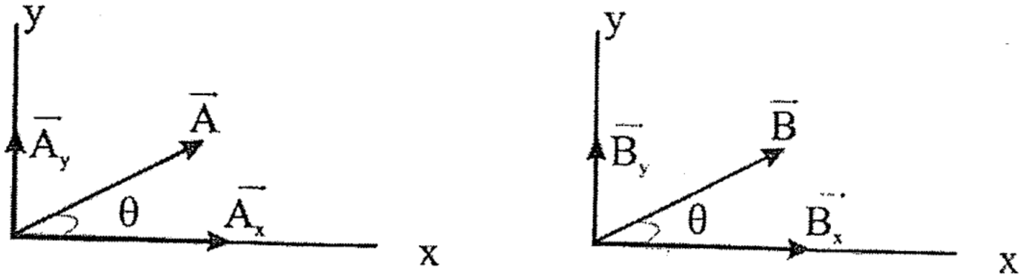


ŞEKİL-3.1 Vektörlerin geometrik toplanması

İkiden fazla vektörün toplanmasında da aynı yol izlenebilir. Bu yapılırken vektörleri sıraya göre kaydırmak zorunluluğu yoktur. Yani $\vec{A}+\overrightarrow{B}=\vec{B}+\vec{A}$ veya $\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}=\vec{B}+\vec{C}+\vec{A}$ olabilir.

b. Bileşenlerine Ayırma Metodu:

İki veya daha fazla vektörün toplanmasında, uygun bir koordinat sistemi seçilerek her bir vektörün x ve y bileşenleri belirlenir. Bileşenler yönlerine göre (+) veya (-) alınarak toplanırlar. İki vektörün birleşme yerinde uygun bir kartezyen (dik) koordinat sistemi yerleştirilir. Her bir vektörün x ve y bileşenleri belirlenerek toplanır ve bileşke vektör bulunur. $\vec{A}$ ve $\overrightarrow{B}$ vektörlerinin bileşenleri;



ŞEKİL 3.2 $\vec{A}=A_x\hat{\imath}+A_y\hat{\jmath}$ ve $\vec{B}=B_x\hat{\imath}+B_y\hat{\jmath}$

$A_x = A\cos\theta,\ A_y = A\sin\theta$, $B_x = B\cos\theta$,$B_y = B\sin\theta$ şeklindedir. Toplam vektör,

$\vec{R} = R_x\hat{\imath}+R_y\hat{\jmath}$, $\vec{R}_x=\vec{A}_x+\vec{B}_x$, $\vec{R}_y=\vec{A}_y+\vec{B}_y$ ile bulunur. Bileşke vektörün büyüklüğü

$R=(R_X^2+Ry^2)^{t/2}$ ile, yönü ise $\theta = \arctan R_y/R_x$ ile bulunur.

KUVVETİN DÖNDÜRME ETKİSİ

Bir cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfırsa; o cisim dengededir. Yani x yönündeki kuvvetlerin toplamı sıfır ve y yönündeki kuvvetlerin toplamı sıfır olmalıdır. Bu birinci denge şartıdır.

$$\sum\vec{F}=0$$

$$\sum\vec{F}_x=\sum\vec{F}_y=\sum\vec{F}_z=0$$

olmalıdır. xy düzlemindeki herhangi bir kuvvet: x yönündeki bir vektör ile y yönündeki bir vektörün toplamı ile ifade edilebilir.

Bir kuvvetin belirli bir merkez etrafındaki döndürücü etkisine dönme momentine **“tork”** denir. Bir kuvvetin bir merkez etrafındaki torku $\tau = F \times d_{\perp}$. Burada, F; sabit noktaya uygulanan kuvvet,

$d_{\perp}$; F kuvvetinin uygulandığı doğrultudan sabit noktaya olan dik uzaklık olup; $d_{\perp}$= *d.Sitı θ* ile verilir.

d; F kuvvetinin uygulandığı nokta ile merkez arasındaki uzaklık,

θ; kuvvetin yönü ile d arasındaki açıdır.

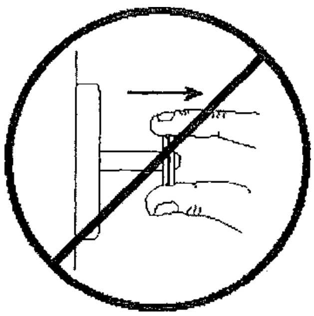
Bir sistemin dönmeden dengede kalması için iki şartın sağlanması gerekir.

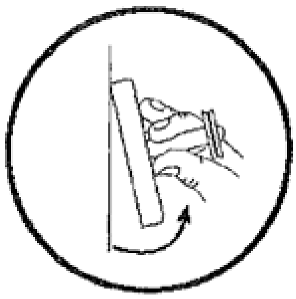
Bu şartlar:

1. Dış kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır. $\sum \vec{F} = o$
2. Herhangi bir dönme eksenine göre torkların bileşkesi sıfır olmalıdır. $\sum \boldsymbol{\tau} = 0$

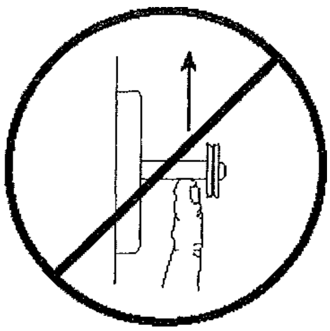
Tork diski, paralel olmayan kuvvetlerin bir merkez etrafındaki torklar arasında bir denge oluşturmak için, basit bir yöntem sağlar.

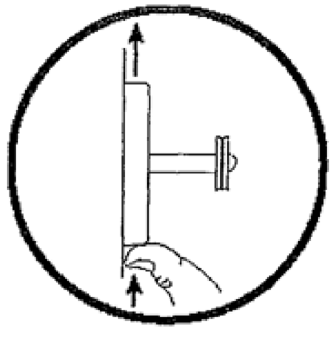
ÖNEMLİ: Deney tahtasına magnetik olarak monte edilen tüm parçaları hareket ettirirken ya da sökerken ekipmanları magnetik kısmından tutun. Bu ekipman üzerindeki gerilimi azaltacak ve sistemin ömrünü arttıracaktır.





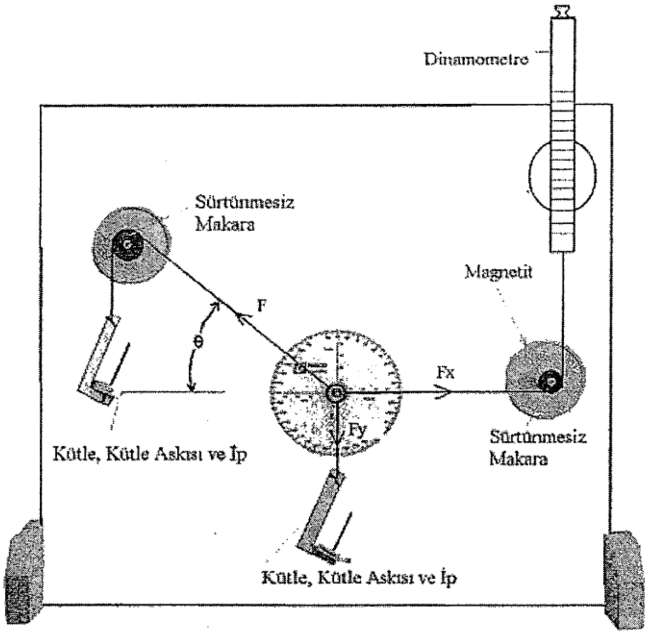
RIGHT





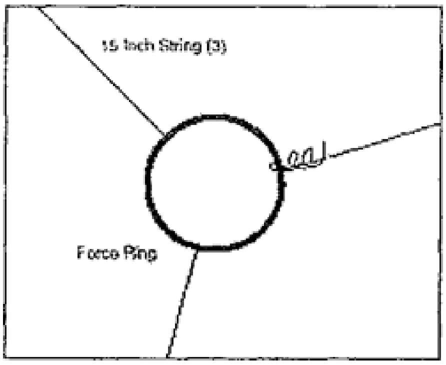
RIGHT

KULLANILAN ARAÇLAR: Deney tahtası, kuvvet halkası, ağırlık asıcı, yay terazisi (dinamometre), üç plastik sabitleyici ve bir destek noktalı denge kirişi, farklı kütleler.



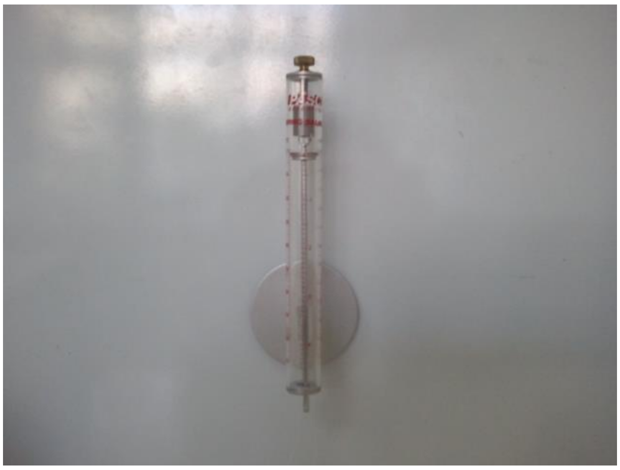
ŞEKİL-3.3 Deney Düzeneği

Kuvvet halkası:

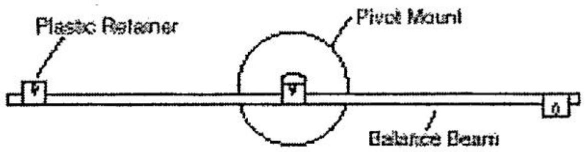


Ağırlık asıcı: Ağırlık asıcıyı bir parça ipe astığınızda ipi düğümlemeniz gerekli değildir. Sadece ipi asıcının etrafına 2 ya da 3 kez dolamanız yeterli olacaktır.

Yay terazisi (Dinamometre): Yay terazisi, Newton, gram ve santimetre skalalarına sahiptir. Newton ve gram skalalar yaklaşık %5 hassasiyettedir. Daha fazla hassasiyet için santimetre skalasını ve yayı kalibre etmek için de sistemle birlikte verilen ağırlıkları kullanınız.



Üç plastik sabitleyici ve bir destek noktalı denge kirişi: Hassas tork ölçümleri için denge kirişini kullanırken, kirişin kütle merkezini ve plastik sabitleyicilerin ağırlıklarını dikkate aldığınızdan emin olunuz. Kirişe torkları eklemeden önce, plastik sabitleyicileri çıkartarak ve kirişi destek noktasında dengeleyerek, kirişin kütle merkezi üzerine etki eden, yerçekimi kuvveti tarafından oluşturulan torku göz ardı edebilirsiniz.



Kütleler: 100 gram, 50 gram, 20 gram, 10 gram, ağırlık asıcıların her biri 5 gram.

DENEYİN YAPILIŞI:

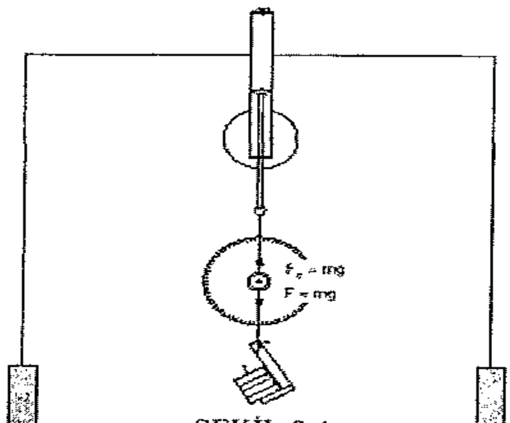
A) VEKTÖRLERİN TOPLANMASI VE DENGELEYİCİ KUVVET

ŞEKİL-3.4' deki düzeneği kurunuz. Ağırlık asıcı ve ucundaki kütleler, aşağıya doğru $\vec{F} = m.\vec{g}$ büyüklüğündeki yerçekimi kuvvetini oluşturacaktır. Ancak kuvvet tablasının halkası ivmelenmediğinden, aşağı doğru olan bu $\vec{F}$ kuvveti, kendisine eşit ve ters yönlü başka bir kuvvet tarafından tam olarak dengelenmek zorundadır. Bu dengeleyici kuvvet $\vec{F}_d$, yay terazisi (dinamometre) tarafından sağlanmaktadır.

1. Ağırlık asıcıya farklı kütleler asıp, dinamometrenin davranışını gözlemleyiniz.

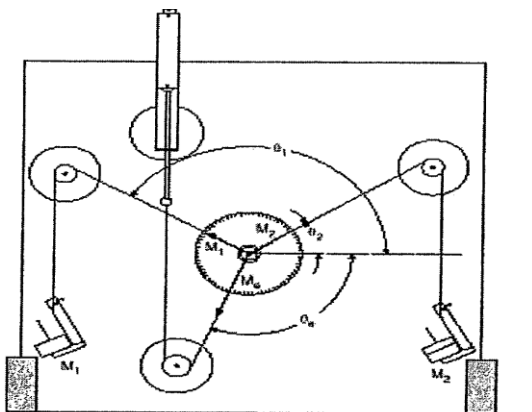
2. Ağırlık asıcı ve kütleler tarafından oluşturulan $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.

3. Dengeleyici kuvvet $\vec{F}_d$' nin büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.



ŞEKİL-3.4

4. Makaraları ve ağırlık asıcıları kullanarak, ŞEKİL-3.5' deki düzeneği kurunuz. Dereceli tabla üzerinde, tutma pimi, kuvvet tablasının halkasının tam ortasında merkezlenecek şekilde, asıcıların ucuna M_1 ve M_2 kütlelerini ekleyiniz.



ŞEKİL-3.5

5. Sistemin dengede kalmasını sağlayan, bu M_1 ve M_2 kütle değerlerini kaydediniz.

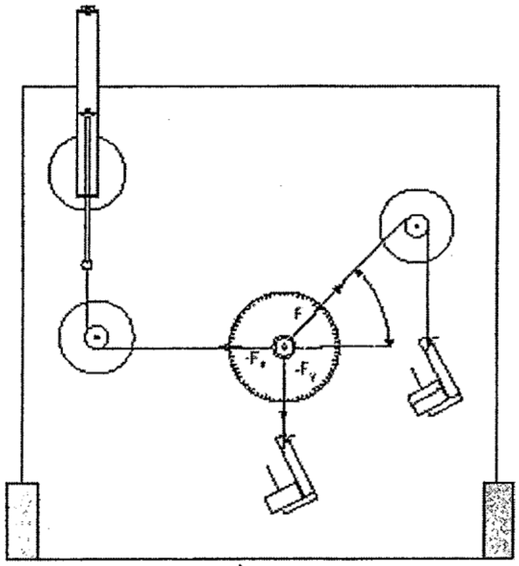
6. F_t, F_2 ve F_d kuvvetlerinin büyüklüklerini hesaplayınız.

7. Her bir kuvvet vektörünün, dereceli tabla üzerinde, sıfır derece çizgisi ile yaptığı θ_1 , θ_2 ve θ_3 açı değerlerini ölçünüz.

8. $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerini uygun şekilde ölçeklendirerek milimetrik kağıt üzerine taşıyıp, vektör diyagramını çiziniz. Bu iki kuvvetin bileşkesini (F_b) bulurken paralelkenar yöntemini kullanınız. Dengeleyici kuvvet F_d ile bileşke kuvvet F_b arasında nasıl bir ilişki olmalı? Bu iki kuvveti karşılaştırıp, sonucu yorumlayınız.

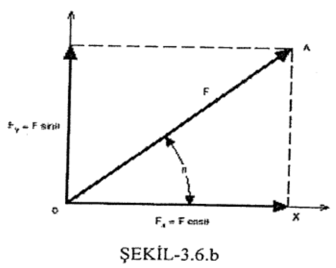
B) KUVVETLERİN BİLEŞENLERİNİN BULUNMASI

1. ŞEKİL-3.6' daki düzeneği kurunuz. Kuvvet tablasının halkasına üç ip bağlayınız. İplerden ikisinin ucuna kütleleri asınız, diğer ipi ise; makara aracılığı ile dinamometreye bağlayınız. Kuvvet tablasının halkası, dereceli tabla üzerinde tam merkezde dengelenene kadar, asıcıların ucuna M_1 ve M_2 kütlelerini ekleyiniz.



ŞEKİL-3.6.a

2. $\vec{F}$, $\vec{F}_x$ ve $\vec{F}_y$: kuvvetlerinin değerini ve θ açısını belirleyiniz.

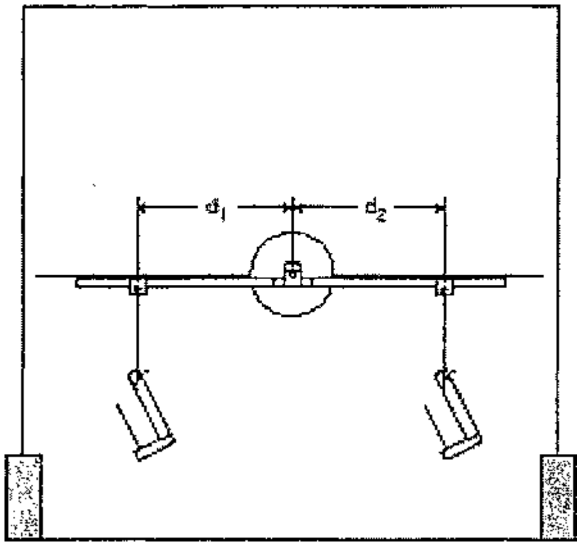


ŞEKİL-3.6.b

C) TORK-PARALEL KUVVETLER

1) Silinebilen bir keçeli kalem ile deney tahtası üzerine yatay bir çizgi çiziniz. Daha sonra destek tutucusunu ŞEKİL 3.7' deki gibi deney tahtası üzerine yerleştiriniz. Destek tutucu üzerindeki kiriş dengeye gelene kadar, tutucuyu sağa-sola kaydırınız. Denge konumunu ayarlarken çizdiğiniz yatay çizgiyi referans olarak kullanınız.

NOT: Desteğin kaymasını önlemek için bir parça ince yapışkan bandı destek tutucusunun her iki ucuna da yapıştırınız. Eğer gerekirse bir parçasını da kirişi dengelemek için kullanınız.



ŞEKİL-3.7

2) Destek tutucunun uçlarına kancalı tutucular yardımıyla, ağırlık asıcıları asınız.

3) Asıcılar ucunda kütleler yok iken, kiriş dengeye gelene kadar, destek tutucu üzerinde asıcıları kaydırınız.

4) Her bir cisim destek noktasına olan uzaklığını d_1 ve d_2' yi ölçünüz.

5) Her bir asıcıya 50 gramlık kütle ekleyiniz. Kirişin dengede olup olmadığını gözlemleyiniz, d_1 ve d_2 uzaklıklarını ölçünüz.

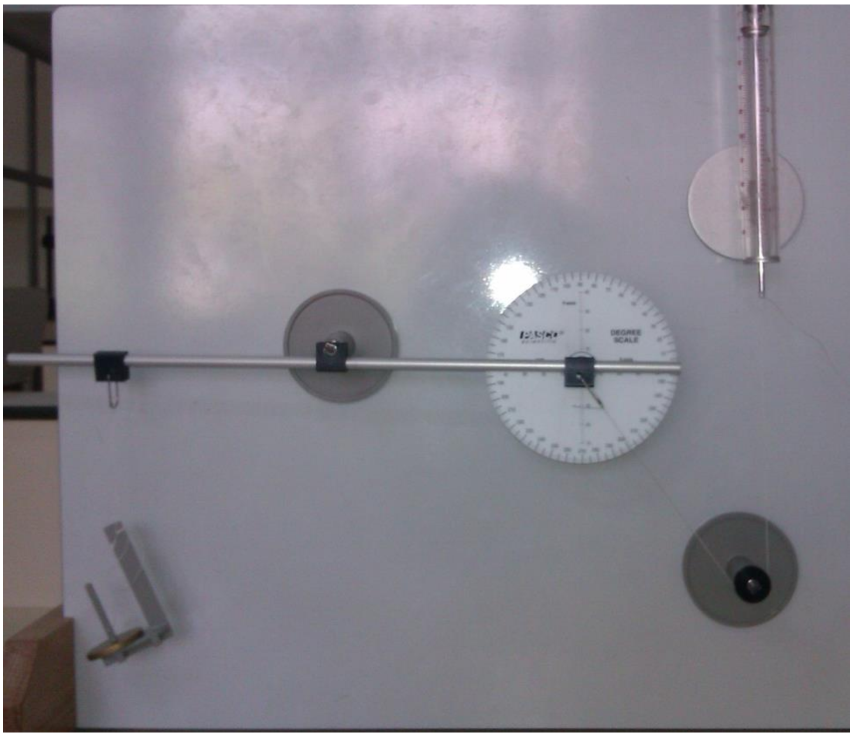
6) Ağırlık asıcılardan birine 20 gramlık bir kütle daha ekleyiniz. Asıcının yerini değiştirerek kirişi tekrar dengelemeye çalışınız, d_1 ve d_2 uzaklıklarım ölçünüz.

7) Değişen her uzaklık için torku hesaplayınız.

8) Deneyi asıcılara eklenen farklı kütle değerleri için tekrarlayınız.

D) TORK- PARALEL OLMAYAN KUVVETLER

Bir önceki deneyde denge kirişine etki eden torklar incelendi ve bir dönme noktası etrafındaki torklar dengede iken kirişin de dengede kaldığı görüldü. Ancak deneyin C. kısmında tüm kuvvetler birbirine paralel ve denge kirişine de dikti. Bir ya da daha fazla kuvvet kirişe dik olmazsa neler olur? Yorumlayınız.



ŞEKİL 3.8

1. Şekildeki düzeneği kurunuz. Hiçbir kuvvet uygulamadan önce kirişi dengeleyiniz. Daha sonra F_1 ve F_2 kuvvetlerini uygulamak için bir ağırlık asıcı ve dinamometreyi kullanınız.

2. d_1 ve d_2 uzaklıklarım ölçünüz.

3. M_2 kütlesinin ve F_2 kuvvetinin değerini kaydediniz.

4. F_2 kuvvetinin torkunu hesaplayınız.

5. θ açısını ölçünüz.

6. Fı kuvvetinin torkunu hesaplayınız.

7. Toplam torku hesaplayınız.

DENEY NO: 4

DENEYİN ADI: EYLEMSİZLİK VE YERÇEKİMİ KÜTLELERİ ve DEĞİŞKEN "g" SARKACI

DENEYİN AMACI: Bir cismin kütlesinin, cismin eylemsizliğinin bir ölçüsü ve cisimdeki madde miktarı olduğunu, eylemsizlik terazisi ile yapılan deney sonucunda saptamak.

Bir sarkacın (çubuk sarkacın) salınım davranışını incelemek.

DENEY BİLGİSİ:

Verilen bir **F** kuvvetinin meydana getirdiği a ivmesi kuvvetin uygulandığı cisme bağlıdır. Büyük cisimleri hızlandırmak daha zor olduğu için **F** ile a arasındaki doğru orantı $\vec{F} = m\vec{a}$ şeklindedir. Newton' un ikinci yasasından bir cisme bir kuvvet uygulandığında cisim harekete karşı bir tepki gösterir ve duruyorsa ya da gidiyorsa bu durumu korumak ister. Başka bir deyimle cismin hareketinde bir değişiklik yapmak için uygulanması gerekli kuvvet, onun kütlesinden ötürüdür ve bu kütleye **eylemsizlik kütlesi** denir. O halde kütle, cismin eylemsizliğinin bir ölçüsüdür. Bir cisme belli bir ivme vermek için gerekli kuvvet ne kadar büyük ise, cismin eylemsizlik kütlesi o kadar büyüktür.

Evrensel çekim (genel çekim) yasasına göre, bir cisme etki eden evrensel çekim kuvveti onun kütlesi ile orantılıdır. Bu görüşten yola çıkarak, kütlesi daha büyük cisimlere yani içinde daha çok madde bulunan cisimlere daha büyük bir çekim kuvveti etkidiği söylenebilir. Kütle bir cismin içindeki madde miktarıdır. Bu tanımla verilen kütleye *yerçekimi kütlesi* denir. Cisimlere etkiyen çekim kuvvetleri karşılaştırılırken, her iki cismin de evrendeki öteki cisimlere göre aynı yerde bulunmalıdır.

Yapılan deneyler göstermiştir ki bir cisim için eylemsizlik kütlesi ile çekim kütlesi birbirine eşdeğerdir. Bu yönü ile ikisinin arasında bir ayrım olduğunu düşünmeye gerek yoktur ve yalnızca "kütle" sözcüğü her ikisi içinde kullanılabilir.

Bir cismin kütlesi, cismin eylemsizliğinin bir ölçüsü ve cisimdeki madde miktarıdır.

Kilogram, hem çekim kütlesi ve hem de eylemsizlik kütlesi için uluslararası standart birimidir. Bir cismin kilogram olarak m eylemsizlik kütlesini bulmak için, cisme ve m_s kütlesindeki standart kilograma aynı $\vec{F}$ kuvveti uygulanır. Böylece $\mathbf{m = F/\ a}$ **ve** $\mathbf{m_s = F/\ a_s}$ olur. Buradan $\mathbf{m\ /\ m_s = a_s\ /\ a}$ çıkar, $\mathbf{m_s}$ = 1 kg olduğu için, kilogram olarak m eylemsizlik kütlesi $\mathbf{a_s\ /\ a}$ oranı ile bellidir.

***Araştırma konusu*:** Laboratuvara gelmeden önce, bir cismin eylemsizlik kütlesi ile o cismin şekli, büyüklüğü, bileşimi hatta bilinen diğer özellikleri arasındaki bağıntıları inceleyiniz.

EYLEMSİZLİK VE YERÇEKİMİ KÜTLELERİ

KULLANILAN ARAÇLAR:

Eylemsizlik terazisi, birim kütleler, kronometre, milimetrik kağıt (öğrenci tarafından getirilecek)

DENEYİN YAPILIŞI:

1-) Eylemsizlik terazisinin kefesine farklı miktarlarda kütleler koyarak bu kütlelerin titreşim periyodunu nitel olarak gözlemleyiniz. Bunu yapma nedeniniz, eylemsizlik terazisini her zaman aynı kuvvetle bırakmak için referans noktanızı belirlemektir.

2-) Önce rahatça sayabileceğiniz kadar çok sayıda titreşim için geçen zamanı ölçerek, boş terazinin periyodunu belirleyiniz. (Bu durumda terazinin periyodu çok küçük olduğu için titreşimleri gözle saymak zordur. Küçük bir kağıt parçasını çelik şeritlerden birinin yanına tutunuz ve çelik şeridin kağıda her vuruşunda meydana gelen çarpma sesini sayınız.)
**Ölçümler 2 kez tekrar edilecek ve veriler ortalama alınarak hesaplanacaktır.

3-) Altı birim kütle kullanınız.

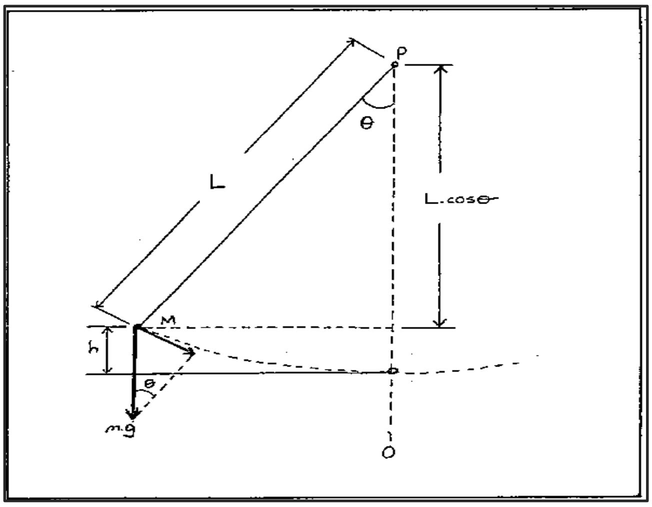
4-) Teraziye bir, iki, üç, …. birim kütle koyarak periyotları bulunuz. Her bir kütle için 10 periyot sayarak periyotları kaydediniz. Bu ölçülerden faydalanarak, periyodu terazi kefesine konan kütlelerin fonksiyonu olarak bir grafikte gösteriniz. (T = f (x) grafiği)

5-) Kütlesini bilmediğiniz başka maddeden yapılmış ve başka biçimdeki bir cisimle periyodu ölçünüz.Bu ölçümü kütle asılıyken ve değilken ayrı ayrı yapınız.

6-) Bayağı tartı ile sonuçları karşılaştırınız.

DENEY BİLGİSİ:

Kütlesi ihmal edilebilen *l* uzunluğundaki burulmasız bir ipin ucuna asılan m kütleli cismin oluşturduğu düzeneğe **basit (matematiksel) sarkaç** denir. Asılan kütle denge konumundan küçük bir ϴ açısı (= 5-6°) kadar ayrılıp serbest bırakıldığında T periyotlu salınımlar yapar. Sarkacın bir noktadan aynı yönde art arda iki geçişi arasındaki süreye **periyot** denir. Periyot T ile gösterilir ve birimi saniyedir. Denge konumundan ayrılan cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet, yerçekimi kuvvetinin hareket (S) doğrultusundaki bileşenidir. Cisim, bu geri çağıncı kuvvet etkisinde basit harmonik hareket yapar. (ŞEKİL-4.1)



ŞEKİL 4.1.

ŞEKİL - 4.1 : Basit sarkaç *l* uzunluklu kütlesiz bir çubuğun ucuna asılı noktasal bir m kütlesinden oluşur. Sarkaç P' den geçen sayfa düzlemine dik bir eksen etrafında döner. OP doğrusu düşeydir.

Geri çağırıcı kuvvetin değeri;

$$F = k.S \tag{4.1}$$

bağıntısıyla bilinir. Burada k sabit, S ise kuvvetin uygulanma doğrultusunda ki yer değiştirmedir. Cisme etkiyen yer çekimi kuvvetinin S doğrultusundaki bileşeni

$$F_S = m.g.\sin\Theta \text{ olur.}$$

Küçük açılar için, $\tan\Theta \approx \sin\Theta = \Theta = S / l$ olduğundan;

$$F_S = m.g.\Theta = m.g.S/1 \tag{4.2}$$

olur.

Cisme etkiyen yer çekimi kuvvetinin F_s bileşeni ile geri çağırıcı kuvvet aynı olduğundan;

$$F = F_S$$

$$k.S = m.g.S\,/l \qquad k = m.g\,/\,l \text{ bulunur.} \qquad (4.3)$$

Basit harmonik hareketin periyodunu veren

$$T = 2\pi\sqrt{m/k}$$

bağıntısında k' nın (4.3) no' lu bağıntıdaki değeri yerine konulursa;

$$T = 2\pi\sqrt{l\,/\,g} \qquad (4.4)$$

bulunur. Basit sarkacın T periyodu ve l uzunluğu ölçülerek yerine konursa yerin çekim alanı (yer çekimi ivmesi) g' nin değeri;

$$g = 4\,\pi^2.l\,/\,T^2$$

olarak bulunur. Birimi ivme biriminin aynı olup, N/kg (= m/ s^2) dir.

Deneyde amplitütlerin(genliklerin) yeterince küçük kalmasına dikkat edildiğinde hareketi tanımlayan diferansiyel denklem;

$$l\,/\,(\,d^2\Theta\,/\,dt^2) = g.\Theta \text{ dır.}$$

Bu denklemin çözümünden;

$$\Theta = \Theta o\,.\,\sin(\sqrt{g.t\,/1}\,)$$

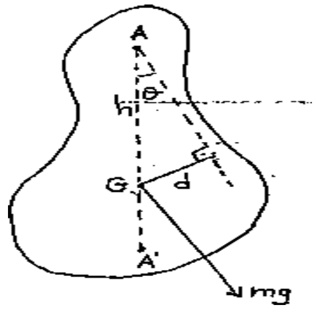
elde edilir. Bu amplitüt Θ_0 ve salınım süresiyle uyumlu bir salınımdır.

Salınım düzlemi açı Θ çevresinde çevrildiğinde sarkacın salınım düzlemine etkiyen yerçekimi gücü g(Θ) bileşenleri azalır ve g(Θ) = g.cosΘ olur ve salınım süresi için,

$$T(\Theta) = 2\pi\sqrt{\,1\,/\,g.\cos\Theta}$$

elde edilir.

Ağırlık merkezinden geçmeyen yatay bir eksen etrafında dönebilecek tarzda asılmış her rigid(katı) cisim bir fizik sarkaçtır. (ŞEKİL - 4.2)



ŞEKİL 4.2

Denge durumunda Θ açısı kadar ayrılan sarkaç, G ağırlık merkezine etkiyen m.g ağırlığının A noktasına göre hesaplanan

$$N = -m.g.h.\sin\Theta$$

değerinde geri çeken bir döndürme momentinin etkisi altındadır. Eğer Θ açısı çok küçük ise sinüsü yerine radyan cinsinden değeri alınabilir. Dönme hareketinin temek denklemi adını verdiğimiz $N = I.\alpha$ bağıntısını göz önünde tutarak açısal ivme için

$$dw/dt = \alpha = -m.g.h.\Theta / I$$

yazabiliriz. I: cismin A' dan geçen eksene göre eylemsizlik momentidir. Açısal ivme, açısal uzanım ile orantılı ve zıt yönlü olduğundan sistem açısal harmonik hareket yapacaktır. Açısal harmonik hareketin periyot denklemi için,

$$T = 2\pi\sqrt{-\Theta / \alpha}$$

bağıntısı geçerlidir. Buna göre fizik sarkacın küçük genlikli salınımlarının periyodu

$$T = 2\pi\sqrt{I / m.g.h}$$

olur.

Periyodu, bir fizik sarkacın periyoduna eşit basit sarkaca bu fizik sarkacın eşdeğeri denir. Eşdeğer sarkaç uzunluğu

$$T = 2\pi\sqrt{l / g}$$

bağıntısından hesaplanabilir. Bir fizik sarkaç, ağırlık merkezinin öbür tarafındaki öyle bir A noktasından asılabilir ki periyodu değişmez. Ağırlık merkezinin iki tarafındaki belirli iki noktadan asıldığı zaman aynı periyotla titreşen böyle bir fizik sarkaca **tersinir fizik sarkaç** denir. Asma noktaları arasındaki uzaklık, eşdeğer sarkaç uzunluğuna eşittir. İkinci asma noktasına titreşim veya salınım merkezi denir.

DEĞİŞKEN “g” SARKACI

KULLANILAN ARAÇLAR: Çubuk sarkaç, kronometre, milimetrik kağıt (öğrenci tarafından getirilecek)

DENEYİN YAPILIŞI:

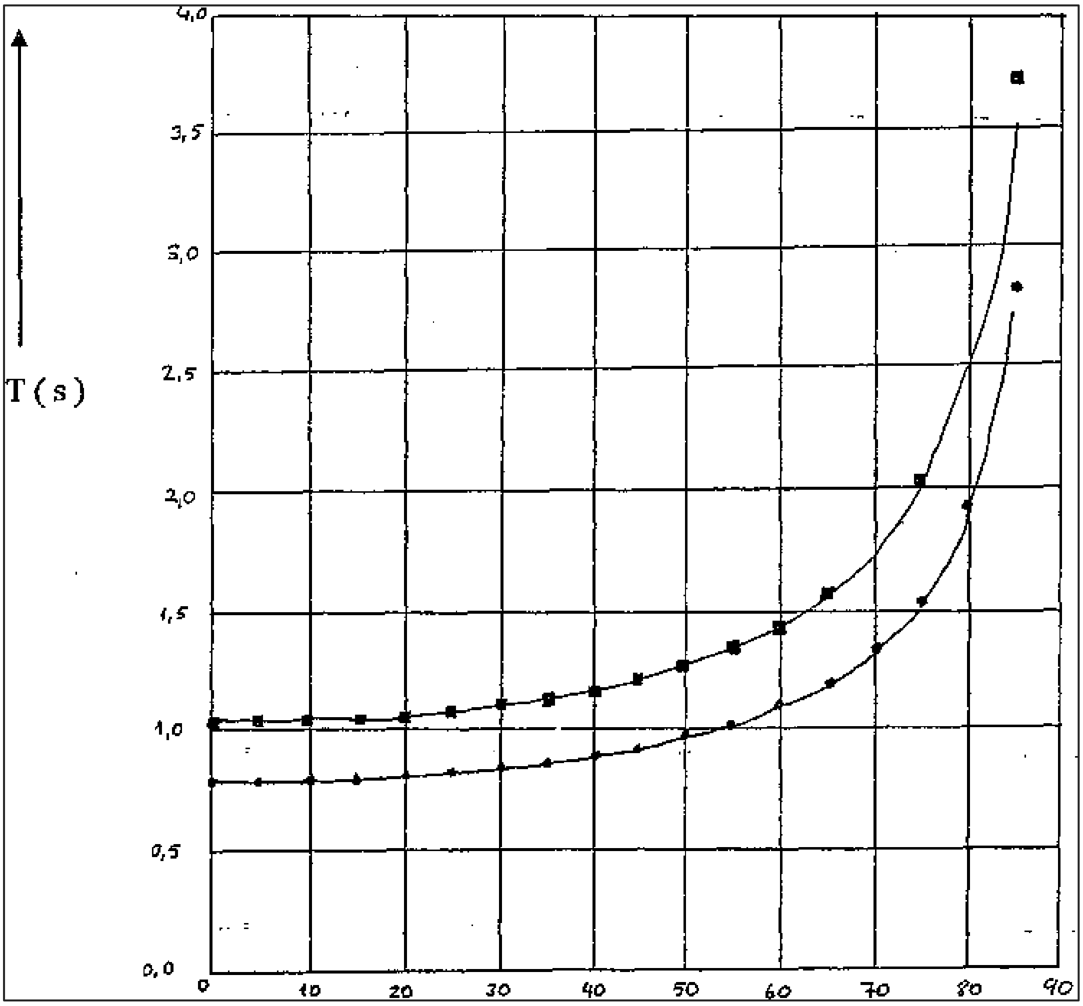
(Şekil – 4.3)’ deki düzeneği kurunuz.

ŞEKİL – 4.3

Sarkaç çubuğunu yatay olarak ayarlayınız (ϴ = 90°). Sarkacın her konumda hareketsiz kalabilmesi için üç ayağını da ayarlayınız. Üç ayağın biri sarkacın atalet konumu doğrultusunda ve tesviye halkaları yardımıyla mümkün olduğunca kısa olarak ayarlanmalıdır. Diğer iki ayak ise ayar alanlarının yaklaşık olarak- ortasında bulunmalıdır. Üç ayağın konumu ayar işlemi bittikten sonra mümkün olduğunca masa üstünde değiştirilmemelidir.

(a) Sarkacın salınım süresini, iki değişik sarkaç uzunluğu için, salınım düzleminin eğilim açısının ϴ işlevi olarak ölçünüz.

(b) Ölçtüğünüz bağlantıların T = f (ϴ) grafiğini çizip, elde ettiğiniz eğrileri ϴ = 0° olarak normlanmış teorik eğriler ile karşılaştırınız. (ŞEKİL - 4.3a)



Θ (grad)

(ŞEKİL - 4.3a)

Ölçüm noktaları ilgili teorik eğri üzerinden temsil edilmiştir.

Üst eğri : L = 270 mm , Alt eğri: L = 141 mm

(c) Yer çekim hızının bilinmesi ön şartı ile etken sarkaç uzunluğu l' yi hesaplayınız. Bu değeri sarkaç dönüm noktası ile hareketli sarkaç aralığının merkezi arasındaki mesafe ile karşılaştırınız.

(d) Θ açısını hesaplayınız. Θ açısını öyle ayarlayınız ki, sarkacın salınım süresi ay yüzeyinde salınacağı süre ile aynı olsun. (Ay' daki yerçekimi ivmesi yerdekinin %16.6' sı kadardır.)

(e) Ölçülen salınım süresini hesaplanan salınım süresiyle karşılaştırınız.

DENEY NO: 5

DENEYİN ADI: DAİRESEL HAREKET ve MERKEZCİL KUVVET

DENEYİN AMACI:

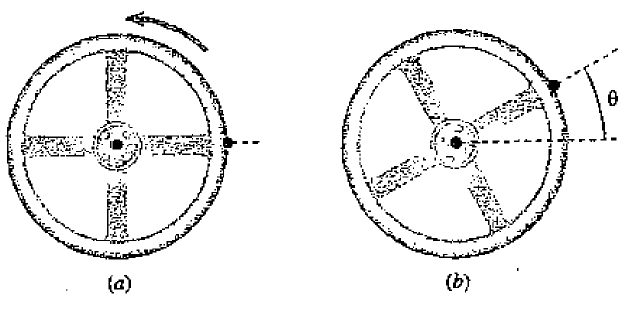
1-) Dairesel hareketin incelenmesi, açısal yer değiştirme - zaman grafiğinin çizilmesi, açısal hızın belirlenmesi.

2-) Merkezcil kuvvet kavramının öğrenilmesi.

3-) Dairesel yörüngede hareket eden bir cismin kütlesi, hızı ve yörünge yarıçapı ile merkezcil kuvvet arasındaki matematiksel ifadenin bulunması.

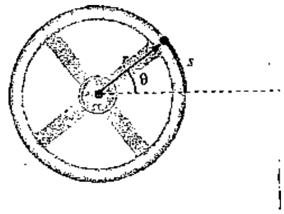
 

Hareket konuları anlatılırken cismin bir doğru boyunca hareketini tanımlamak için, doğru boyunca çoğunlukla x koordinatı olarak seçilen bir koordinata ihtiyaç duyulur. Bir cismin dairesel yörüngede veya tekerleğin bir mil veya eksen etrafındaki dönme hareketini tanımlamak için de, doğrusal yer değiştirmenin dönmedeki karşılığı olan bir koordinata, yani dönme açısının ölçülmesine gerek duyulur. ŞEKİL 5.1' de ki tekerleğin konumu incelenirse **a** konumundan **b** konumuna gidildiğinde tekerlek θ açısı kadar dönecektir. θ' nın ölçüldüğü 3 farklı yol vardır. θ, derece cinsinden ölçülebilir ve bir tam devrin 360° ye eşit olduğu düşünülürse, devir cinsinden de ölçülebilir denir. Bir tam daire bir devirdir ve 1 devir = 360° dir.



ŞEKİL 5.1

Açı ölçümünde kullanılan 3. metot da radyan ölçümüdür. ŞEKİL5.2 radyan ölçümünü özetler.



ŞEKİL 5.2

Tekerleğin dış çeperi üzerindeki bir nokta θ açısı kadar döndüğünde, bu nokta yaklaşık s uzaklığı kadar yol alır. θ nın radyan (rad) cinsinden değeri, s nin tekerleğin yarıçapına oranıdır. $\theta\ (rad) = s / r$

Bir devir için $s = 2\pi r$ olacağından $\theta = 2\pi rad$ oluşur.

$$1\ devir = 360° = 2\pi\ rad$$

$$1\ rad = 180 / \pi\ derece = 57{,}3°\ dir.$$

Periyot(T): Cismin bir tam devrini yapması için geçen süreye denir. Birimi saniyedir. Devirli hareketler için kolay bir ölçüm sağladığından zaman birimi olarak da kullanılır.

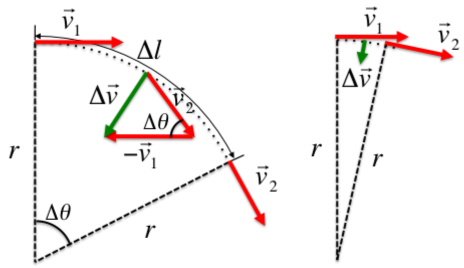
Frekans(f) : Cismin saniyede yaptığı devir sayısına denir. Birimi s^{-1} dir. Periyot ve frekans birbirlerinin tersi değerlerdir. $\mathbf{f = 1 / T \quad (s^{-1})}$

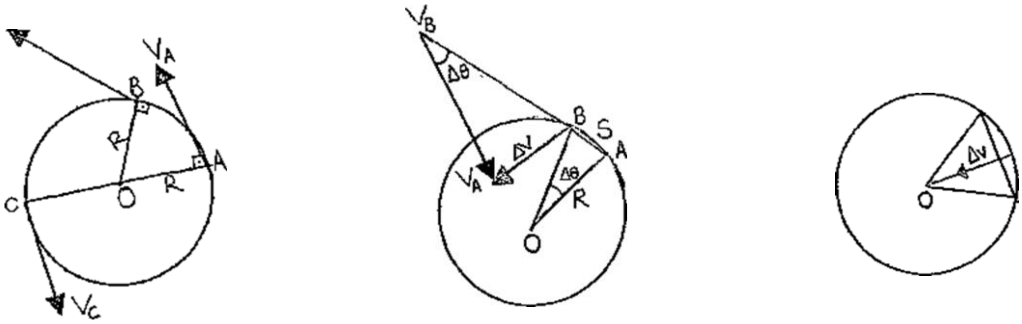
Çizgisel Hız (v): Çembersel hareket yapan cismin yörünge üzerinde birim zamanda aldığı yola $\mathbf{v = 2\pi\, r\, f}$ denir.

Açısal Hız (w) : Konum vektörünün birim zamanda taradığı açının radyan cinsinden verilmesine açısal hız denir. $\mathbf{w = 2\pi f}$

Çizgisel hız v ile açısal hız w arasında $\mathbf{v = w. r}$ bağıntısı vardır.

Hız vektörünün büyüklüğü sabit kalsa ve sadece yönü değişse bile hareket ivmeli bir harekettir ve buna bir örnek olarak düzgün dairesel hareketi görebiliriz demiştik. Bu hareketi daha detaylı inceleyecek olursak;





ŞEKİL-5.5(a) (b) (c)

Dairesel hareket yapan bir cismin yörüngesi ŞEKİL-5.5 (a)' da gösterilmiştir. Hızın büyüklüğü yörüngenin değişik noktalarında aynı kalıyorsa bu harekete *düzgün dairesel hareket* denir.

Yukarıdaki şekle göre ivmenin yönü ve büyüklüğünü bulmaya çalışalım. İki farklı A ve B noktası düşünelim. Bu noktalardan hareketli cisim (m) t_A ve t_B zamanlarında geçmiş ise bu noktalar arasında hareketlinin ortalama ivmesi,

$$\vec{a} = \left(\overrightarrow{V_B} - \overrightarrow{V_A}\right)/(t_B - t_A) = \overrightarrow{\Delta v}/\Delta t$$

ŞEKİL-5.5 (b)' deki benzer üçgenlerden yararlanarak,

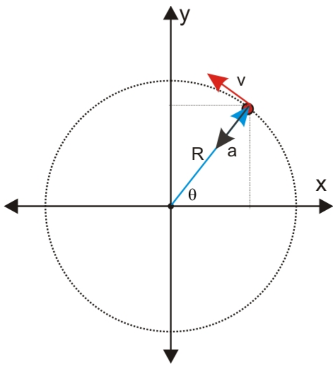
$$\Delta v/V = s/R = v.\Delta t/R$$

eşitliği yazılabilir. Bu eşitlikte Δv / Δt oranını alırsak,

$$a = \Delta V / \Delta t = v^2 / R$$

eşitliği bulunur. Burada s yayın Δs kirişine eşit alınarak bir yaklaştırma yapılmıştır. Bu yaklaştırma Δt zamanının çok küçük olduğu limit durumunda doğrudur. İvme Δv yönündedir, yani merkeze yönelmiştir.

ŞEKİL-5.5' i biraz daha düzenli çizip $\vec{a}$ ve $\vec{v}$ yi gösterirsek;



$v = 2\pi r / T$

$s = r\theta$ θ (radyan)

$s = v.t$ ise $v = s / t = r\theta / t$ olur.

$\theta / t = w$ (radyan / s) den $\theta = w.\,t$ olur.

$v = w.\,r = 2\pi r / T$

$w = 2\pi / T = 2\pi f$

$a = v^2 / r = w^2 r$ ise $F = ma = m v^2 / r = m w^2 r$

ŞEKİL-5.6: Bir m kütlesinin dairesel hareketi Newton' un ikinci yasası, cismin bileşke kuvvet yönünde ivmeleneceğini gösterir. Buna göre düzgün dairesel hareketle cisme $F = m.v^2 / R$ büyüklüğünde her an hıza dik, yörüngenin merkezine yönelmiş bir kuvvet etki eder. Bu kuvvete *merkezcil kuvvet* denir.

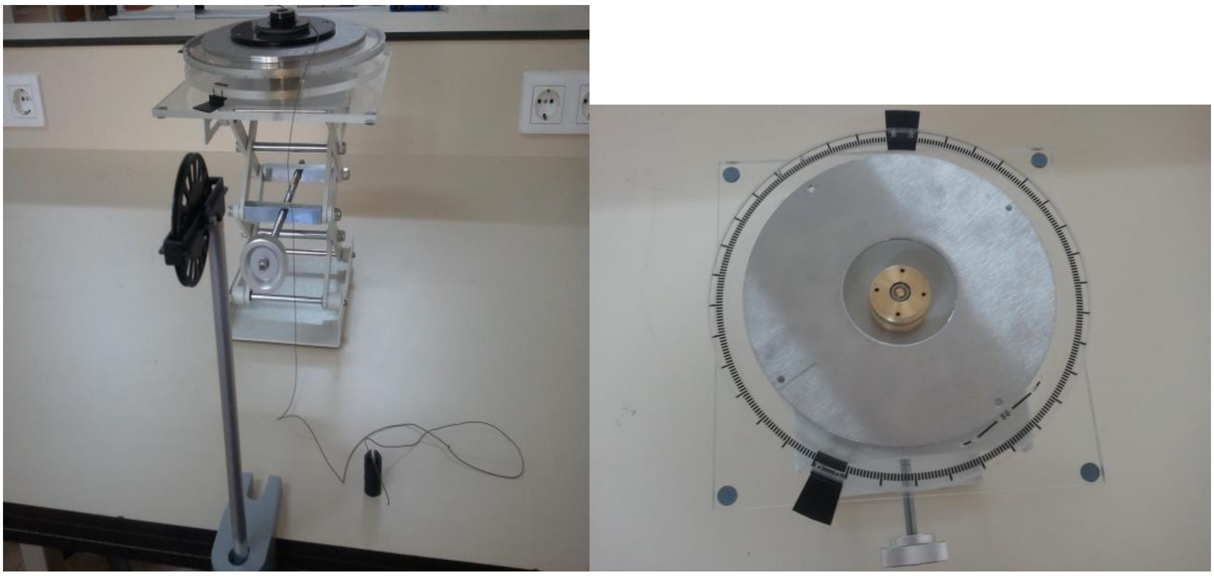
1.aşama için:

KULLANILAN ARAÇLAR: Dönen disk model, 1 gramlık ağırlıklar, ip, kronometre.

DENEYİN YAPILIŞI:

Düzeneğin Kurulması:

Bir bayraklı dönen disk modeli ŞEKİL 5.7'de gösterildiği gibi laboratuvar deney masası üzerinde kurunuz.



ŞEKİL 5.7

Bir ucuna küçük bir düğüm atılarak delik oluşturulmuş, yaklaşık 100-150 cm uzunluğunda bir ip hazırlayınız.

İpin delikli olan ucunu dönen disk modelin iğnesinden (r = 5 cm olacak şekilde seçilmiş olan iğne) geçirdikten sonra (ŞEKİL 5.7) diğer ucunu da masanın kenarına sıkıştırma aparatıyla tutturulmuş olan makaradan geçiriniz. İpin makaradan geçen ucunu da 1 gramlık 3 adet ağırlık asınız. Sisteme etkiyen kuvvet her biri 1 gram ağırlığındaki küçük asılı ağırlıklarla sağlanır.

a) Düzgün dairesel hareket

1. Zaman ölçümleri için kronometreyi kullanınız.

İpi bir tur sarınız. (ŞEKİL 5.7) Bir dönme için geçen zamanı belirleyiniz. Referans noktasını belirlerken dönen kütle üzerindeki siyah bayrağın konumunu başlangıç seçebilirsiniz.

Ölçümleri 2, 3 ve 4 tur için de tekrarlayınız.

Verilerinizi aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 5.1

θ (derece)	t (s)
360	
720	
1080	
1440	

Elde edilen verilerle θ - t (zamanın fonksiyonu olarak açısal yerdeğişim) grafiğini çizip açısal hızı hesaplayınız.

2.aşama için:

KULLANILAN ARAÇLAR:

Plastik boru, naylon iplik, lastik tıpalar, metal pullar, krokodil, kronometre.

$m_{tıpa}$ = 12.735 g

$m_{çubuk}$ = 1.126 g

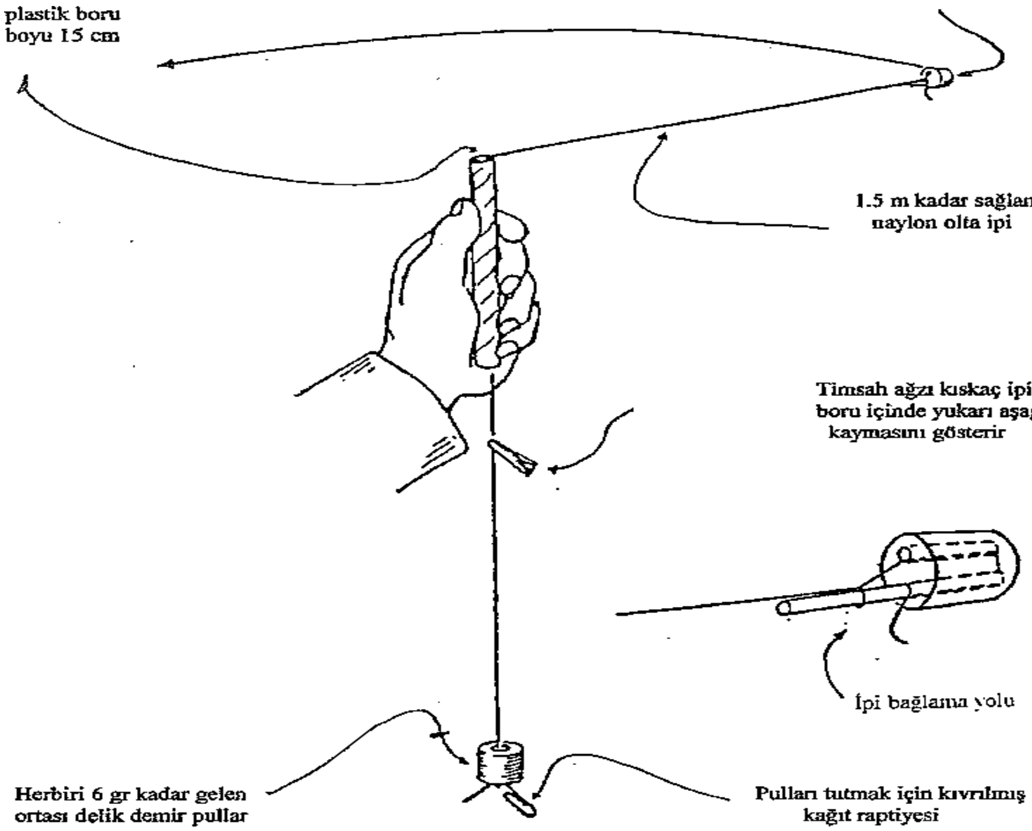
m_{pul} = 5.144 g

DENEYİN YAPILIŞI:

Deneyde, merkezcil kuvvetin hız, kütle ve yarıçapa ne şekilde bağlı olduğunu nicel olarak araştıracağız. Dairesel hareketi gözleme ve merkezcil kuvveti ölçme olanağı veren ŞEKİL-5.8’ deki basit düzeneği kurunuz. Plastik borudan geçirdiğiniz ipin ucuna, lastik tıpayı

tahta çubuk yardımıyla sıkıca tutturunuz. Daha sonra plastik çubuğu başınızdan daha yukarıda bir düzeyde düşey tutarak, lastik tıpaya yatay düzlemde bir dairesel hareket yaptırınız. Hareket süresince elleriniz ipe dokunmamalı ve plastik çubuğu tutan eliniz olabildiğince az hareket etmelidir. Hareket düzenli olarak yapılırken, pulların ağırlığı ipteki T gerilme kuvveti mantarın dairesel hareket yapması için gerekli olan merkezcil kuvveti oluşturacaktır.
Deneyde merkezcil kuvvetin hıza bağlılığını incelemek, frekansa bağlılığını incelemekle eşdeğerdir. Çünkü R yarıçaplı çember üzerinde hareket eden mantarın v hızı için $v = 2\pi R / T = 2\pi R f$ bağıntısını yazmıştık. Burada f, mantarın frekansını göstermektedir.

9 mm çaplı
İki delikli lastik tıpa



ŞEKİL-5.8: Merkezcil kuvvet deney düzeneğinin şematik görünüşü

Dikkat edilmesi gereken en önemli nokta ise, harekete etken olan f (frekans), R (yarıçap), m (kütle) ve F (merkezcil kuvvet) değişkenleri arasında hangilerinin bağımsız hangilerinin bağımlı seçileceğidir. Bu deneyin kendi koşullarında frekansı bağımlı, diğerlerini bağımsız seçmek ölçme kolaylığı yönünden yarar sağlar. Buna göre önce m ve R'yi sabit tutarak kuvvetin frekansa nasıl bağlı olduğunu araştırınız. Bir tek lastik tıpa 50 cm yarıçaplı bir çember üzerinde dönecek şekilde ipi plastik borunun içinden geçiriniz. Plastik borunun 4 cm kadar altına gelen bir noktadan ipe, lastik tıpa döndürülürken yarıçapın sabit kalıp kalmadığını göstermesi için, küçük bir timsah ağızlı kıskaç tutturunuz. İpin alt ucuna 6 pul takınız. Lastik tıpanın periyodunu bulmak için, siz tıpaya dairesel hareket yaptırıp krokodilin konumunu gözlerken arkadaşınızın da belirli sayıda dönme için (örneğin 10 dönme) geçen zamanı kronometre ile ölçmesi gerekir. Ölçülerinizi tek mantar koşulunu değiştirmeden 75 cm yarıçap için ve pul sayılarını değiştirerek (F = 9, 12,15) tekrarlayınız. Ölçü sonuçlarını raporunuzdaki tabloya kaydediniz.

Hareketi, frekansın kütleye bağlılığını incelemek için F = 9 pul ve R = 75 cm iken 2 ve 3 tıpa ile tekrarlayınız. Ölçü sonuçlarını raporunuza kaydediniz. Frekansın, yarıçapa bağlılığını bulmak için f ve m sabit (9 pul ve 1 tıpa) tutularak değişik yarıçaplar için (R = 50, 75, 100, 125 cm) ölçüleri tekrarlayınız. Sonuçları raporunuza kaydediniz.

R = 75 cm (sbt), m = 1 tıpa (sbt), n = 10 dönme sayısı

Tablo 5.2: Frekansın kuvvetle değişiminin incelenmesi

F (metal pul)	t (s)	T = t/n (s)	f (s^{-1})	f^2 (s^{-2})
6				
9				
12				
15				

F = 9 pul (sbt), R = 75 cm (sbt), n = 10 dönme sayısı

Tablo 5.3: Frekansın kütle ile değişiminin incelenmesi

m (tıpa sayısı)	t (s)	T = t/n (s)	f (s^{-1})	f^2 (s^{-2})
1				
2				
3				

F = 9 pul (sbt), m = 1 tıpa (sbt), n = 10 dönme sayısı

Tablo 5.4: Frekansın yarıçapa bağlılığının incelenmesi

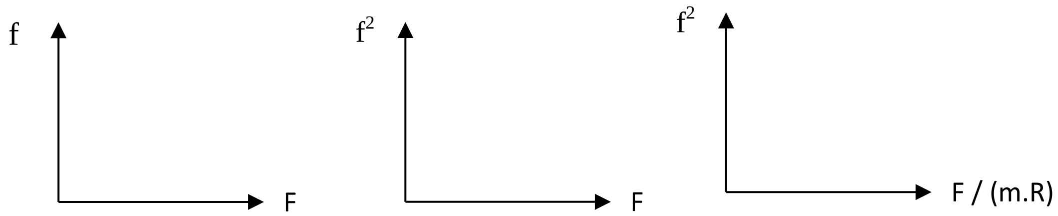
R (cm)	**t (s)**	**T = t/n (s)**	**f (s^{-1})**	**f^2 (s^{-2})**
50				
75				
100				
125				

Zaman ölçümlerinden her hareketin periyot ve frekans değerlerini hesaplayıp, çizelgelere yazınız. Bunun sonucunda F, R, m ve f arasındaki matematiksel bağıntıyı verilerden yararlanarak bulabilirsiniz.

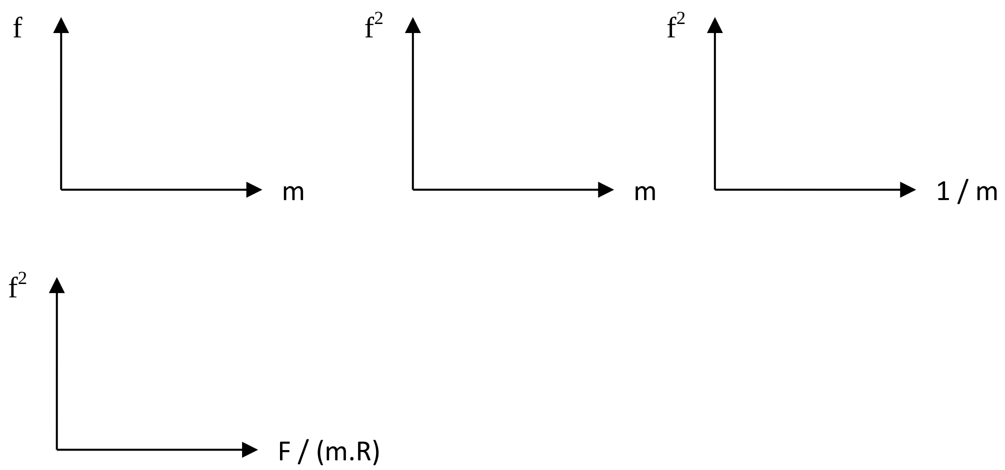
Önce m=1 tıpa ve R= 75 cm koşulunda F'ye (pul sayısı) karşılık gelen frekans değerlerini noktalayınız. Bu noktalardan geçen grafiği çiziniz. Bu iki nicelik arasında doğrusal bir bağımlılık var mı? Yoksa, F'ye karşılık f^2 değerlerini noktalayınız ve grafiği çiziniz. Aradığınız doğrusal bağımlılığı elde edinceye kadar araştırınız.

Aynı şekilde kütle ve yarıçapın frekansa bağımlılıklarını ayrı ayrı inceleyiniz. Sonuçta kuvvetin ifadesini m, R ve f'ye bağlı olarak yazınız. Bulduğunuz ifade merkezcil kuvvet ifadesi ile uyum içerisinde midir? Fark varsa ne olabilir? Raporunuzun yorum kısmında açıklayınız. Aşağıdaki grafikleri dikkatli bir şekilde çiziniz (Tablo 5.2, 5.3 ve 5.4'ten yararlanarak) ve raporunuza ekleyiniz.

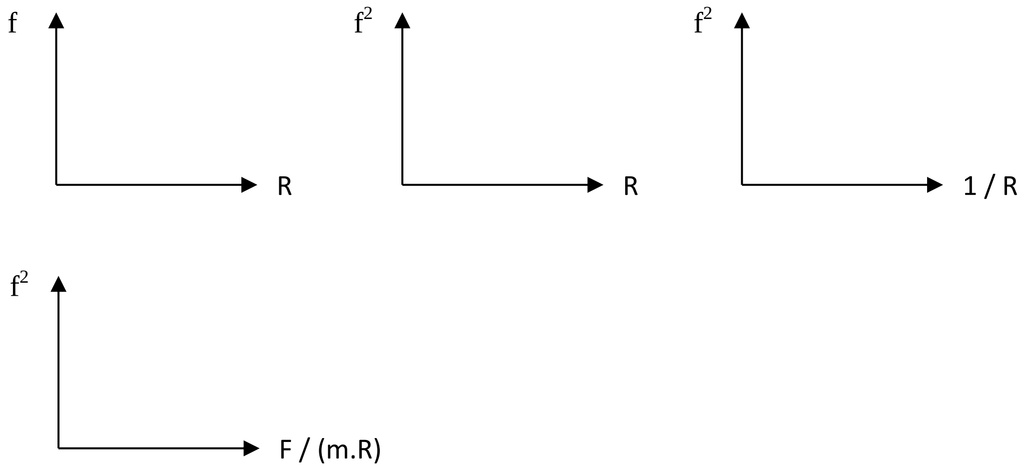
<u>Tablo 5.2'deki veriler ile çizilecek grafikler</u>



<u>Tablo 5.3'deki veriler ile çizilecek grafikler</u>



Tablo 5.4’deki veriler ile çizilecek grafikler



DENEY NO: **6**

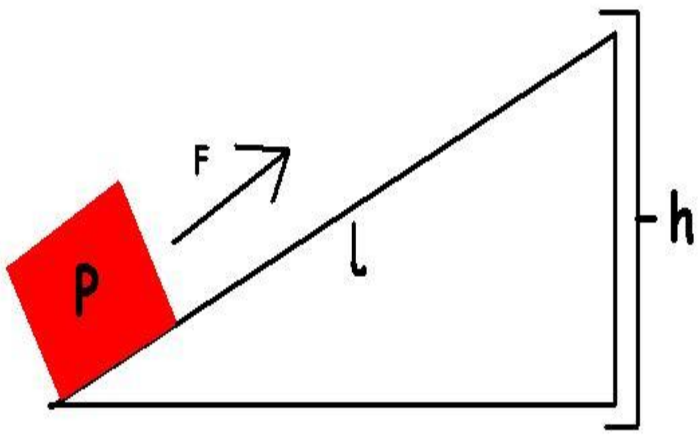
DENEYİN ADI: **HAVA MASASINDA EĞİK DÜZLEM**

DENEYİN AMACI: Dinamiğin temel prensibinden yola çıkarak eğik düzlemde sürtünmeli ve sürtünmesiz hareketin incelenmesi.

DENEY BİLGİSİ:

EĞIK DÜZLEM

Bir ucu yerde diğer ucu ise yerden daha yüksekte olan düzeye denir.Günlük hayatta, uygulanan kuvveti azaltarak işlerin yapımını kolaylaştırmayı sağlayan basit makinelerdendir. Yükü belli bir yüksekliğe kaldırmak için kullanılır. Kuvvetten kazanç sağlanırken yoldan kayıp vardır.



SÜRTÜNME KUVVETLERİ

İdeal bir ortamda sürtünmenin sıfır olduğu kabul edilir. Böyle bir ortamda enerji korunumlu olur. Hâlbuki günlük yaşantımızda, hareket halindeki (veya harekete geçmek üzere olan) cisimle temas yüzeyi arasında cismi harekete geçiren kuvvetten başka, onun hızım azaltan bir kuvvetin var olduğunu biliriz. Bu kuvvet daima hareket yönüne zıttır ve sürtünme kuvveti olarak adlandırılır. Sürtünme kuvvetinin şiddeti, yüzeyin yapısına, pürüzlülüğüne, sıcaklığa, ıslaklığa vb. etkenlere bağlıdır. Sürtünme kuvveti enerji kaybına neden olduğu için istenmeyen bir durumdur ve bu nedenle en aza indirgenmeye çalışılır. Ancak bazı durumlarda da yaşantımızı kolaylaştırır. Sürtünme olmadan nasıl yürüyeceğimizi, hareket halindeki bir otomobili nasıl durduracağımızı düşününüz.

Hareketsiz bir cismi harekete geçirmek için bir kuvvet uyguladığımızda cisim bu kuvvete karşı koyar. Bu direnişin nedeni yüzeyler arasındaki statik sürtünmedir. Cismi harekete geçirebilmek için uyguladığımız kuvvet, en az bu statik sürtünme kuvvetine eşit olmalıdır.

$\vec{N}$ normal kuvvetin büyüklüğü, statik sürtünme katsayısı olmak üzere;

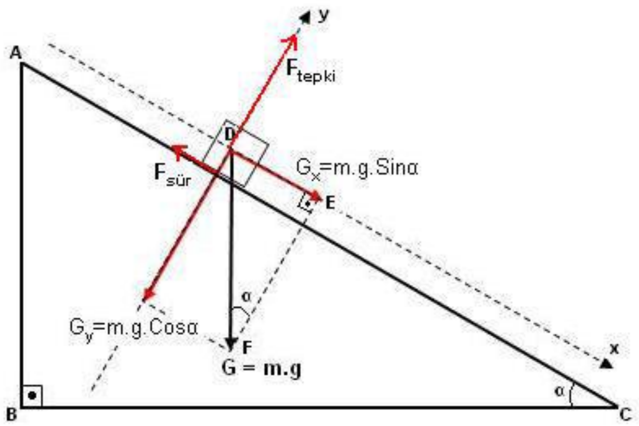
$$\vec{F_s} \leq \mu_s.\vec{N} \tag{6.1}$$

dir. Maksimum statik sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün, normal kuvvetin büyüklüğüne oranına yüzeyin *statik sürtünme katsayısı* denir.

Hareket başladıktan sonra sürtünme kuvveti azalır. Böylece daha az bir kuvvet uygulayarak harekete devam edilebilir. Cisme hareket halinde iken etkiyen kuvvete kinetik sürtünme kuvveti denir. $\vec{N}$ normal kuvvet, μ_k kinetik sürtünme kuvveti olmak üzere;

$$\vec{F_k} = \mu_k .\vec{N} \quad \text{dir.} \tag{6.2}$$

Kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün normal kuvvetin büyüklüğüne oranına *kinetik sürtünme katsayısı* denir.



ŞEKİL-6.1

Eğim açısı θ olan sürtünmeli bir eğik düzlemde (ŞEKİL-6.1) M kütleli bir cisme etkiyen kuvvetleri Newton' un kanunları ile bulabilirsiniz. Cisme ağırlığından dolayı etkiyen $\vec{W} = M\vec{g}$ kuvveti θ açısı nedeni ile iki bileşene ayrılır. Bunlardan biri hareket doğrultusunda $\vec{F_x} = M\vec{g}\sin\theta$,diğeri hareket doğrultusuna dik $\vec{F_y} = M\vec{g}\cos\theta$ dır. Ortamdaki sürtünme nedeni ile cisme, hareket yönüne zıt yönde $\vec{F_s}$ sürtünme kuvveti etkir. Sürtünme kuvvetine neden olan $\vec{F_y}$ (yüzeyleri birbirine yapıştıran kuvvet) kuvvetine eşit, fakat zıt yönlü olan $\vec{N}$ kuvvetine ise yüzeyin normal kuvveti denir.

Bu kuvvetleri aşağıdaki gibi ifade edebiliriz:

$$\vec{F_x} = M\vec{g} \sin\theta$$

$$\vec{F_y} = M\vec{g} \cos\theta$$

$$\vec{F_s} = \mu.\vec{N}$$

Newton' un III. kanunundan;

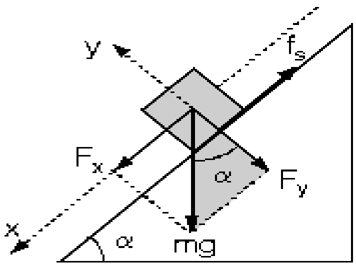
$$\vec{N} = \vec{F}_y = \mathrm{M}\vec{g}\ \cos\theta$$

olduğundan sürtünme kuvvetinin değeri

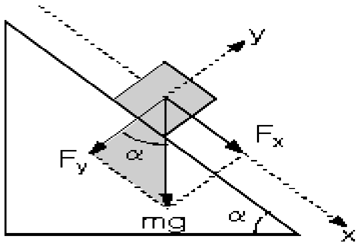
$$\vec{F}_s = \mu.\mathrm{M}\vec{g}\ \cos\theta$$

olarak bulunur.

Sürtünme kuvvetinin yönü, M kütlesinin eğik düzlemde yukarı veya aşağı yönlü hareketine bağlı olarak, hareket doğrultusuna zıt olur. ŞEKİL-6.2(a) ve ŞEKİL-6.2 (b)' de her iki durum da incelenmiştir.



ŞEKİL-6.2 (a)



ŞEKİL-6.2 (b)

A) Sabit Hızlı Hareket:

a) M kütlesi aşağıya doğru inerken,

$$\vec{F}_x = \vec{F}_s + \mathrm{m}\vec{g}$$

$$\mathrm{M}\vec{g}\ \sin\theta = \mu_k.\mathrm{M}\vec{g}\ \cos\theta + \mathrm{m}\vec{g} \qquad (6.8)$$

b) M kütlesi yukarıya doğru çıkarken,

$$\vec{F}_x + \vec{F}_s = \mathrm{m}\vec{g}$$

$$\mathrm{M}\vec{g}\ \sin\theta + \mu_k\ \mathrm{M}\vec{g}\cos\theta = \mathrm{m}\vec{g} \qquad (6.9)$$

B) Sabit İvmeli Hareket:

a) M kütlesi aşağıya doğru inerken,

$$(\mathrm{M} + \mathrm{m}).\vec{a} = \vec{F}_x - (\overrightarrow{\mathrm{F}_s} + \mathrm{m}\vec{g}) \qquad (6.10)$$

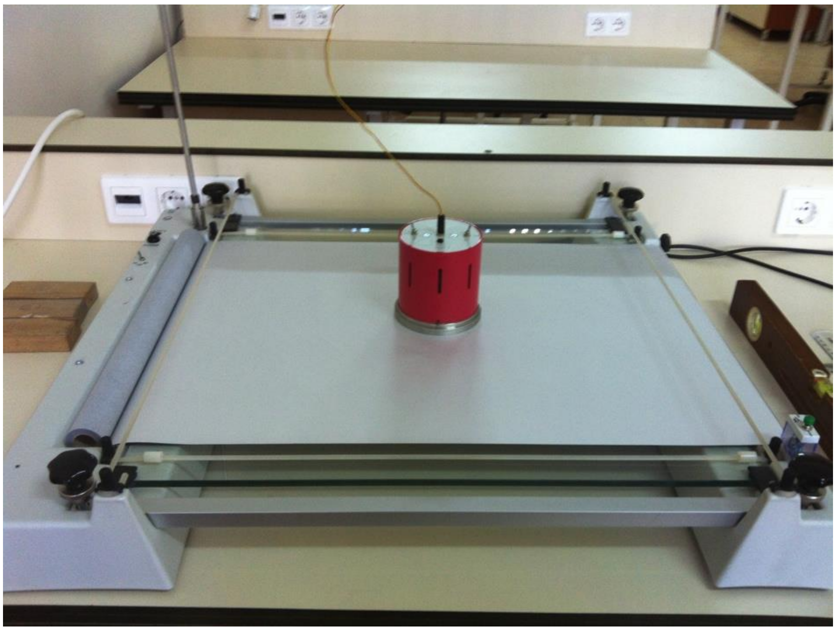
b) M kütlesi yukarıya doğru çıkarken,

$$(\mathrm{M} + \mathrm{m}).\vec{a} = \mathrm{m}\vec{g} - (\overrightarrow{F_s} + \vec{F}_x) \qquad (6.11)$$

$\vec{a}$, sistemin ivmesidir.

KULLANILAN ARAÇLAR:

Hava masası deney düzeneği, bir adet disk(m =500g), iz kağıdı, metre, tahta takoz. (Masa 10Hz frekansla çalıştırılacak.)



DENEYİN YAPILIŞI:

1. Hava masasını yatay konuma getiriniz.

2. Deneye başlamadan önce hava masası mutlaka denge konumuna getirilmelidir. Denge konumunun ayarlanabilmesi için hava masası çalışıyorken diskin masanın tam ortasında hareketsizmiş gibi kalabiliyor olması lazım. Disk masa yüzeyinde sağa ya da sola kayıyorsa (yani dengede değilse) masanın köşelerindeki ayakları ile oynayarak masayı denge konumuna getiriniz.

3. Daha sonra masaya bir θ_1 açısı kadar eğim veriniz. h_1 =2,4x4 cm, h_2= 2,4x5 cm yüksekliğindeki takozu hava masasının arka ayağının altına yerleştiriniz. (Hava masasının bir kenarı = 74,5 cm)

4. Diski eğik düzlem yüzeyinden aşağıya doğru bırakınız. Bu işleme elinizin alışabilmesi için işlemi birkaç kez tekrarlayınız.

5. Deney sorumlunuz veri almaya hazır olduğunuzu söyleyene kadar bekleyiniz.

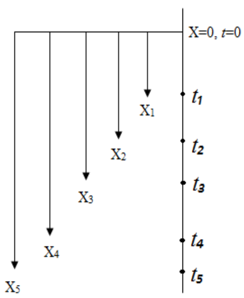
Not: Hava masasının sağ alt köşesinde diskin masa yüzeyinde hareket ederken kağıda iz bırakabilmesi için bir ‘E’ anahtarı bulunmaktadır.

6. Diski bırakma anınızla 'E' anahtarına basma anınız eş zamanlı olacak şekilde diski masa yüzeyinden aşağı doğru bırakınız.

7. Deneyi iki farklı eğim değeri için tekrarlayınız. (h_1 =2,4x4 cm, h_2= 2,4x5 cm, θ_1= , θ_2=)

8. İz kağıdını masadan çıkarınız. Aldığınız iz takımlarını bir cetvel ile birleştiriniz. Hareketin başladığını belirten ilk kıvılcım izini t =0 zamanı ve bu ana karşı gelen konumu x=0 cm olarak işaretleyerek iz kağıdı üzerine not ediniz. İzler başlangıç noktasında çok sık ise belirtilen zaman ve konum noktasını bir sonraki iz üzerinden alabilirsiniz.

9. Başlangıç anından sonraki zamanlan t_1, t_2....... ile belirtiniz. 10 kıvılcım aralığı için bu zamanlara karşı gelen konumları x =0 dan itibaren ŞEKİL-6.3 'deki gibi işaretleyerek ölçünüz.



ŞEKİL-6.3: Hareketli diskin kıvılcım izleri

10. Elde edilen verileri farklı 2 eğim değeri için sırasıyla Tablo.6.1- Tablo.6.2'e kaydediniz.

Tablo.6.1: Eğik düzlemde kayan diskin konum -zaman değerleri: θ_1=

x(cm)										
t(s)										
$t^2(s^2)$										

Tablo 6.2: Eğik düzlemde kayan diskin konum-zaman değerleri: θ_2=

x(cm)										
t(s)										
$t^2(s^2)$										

11. $\vec{F}$= m. $\vec{g}$. sinθ bağıntısını kullanarak (m=500g, g=9,8 m/s^2) her bir eğim açısı için $\vec{F}$ değerlerini hesaplayınız. Bu değerler m deneysel değerini hesaplarken kullanılacaktır. Elde edilen sonuçlar Tablo 6.3'e kaydedilecektir.

12. Tablolar yardımıyla x = f(t^2) grafikleriniz çiziniz. (x: düşey eksen- t^2: yatay eksen)

13. Grafiklerin eğimlerinden sırasıyla $\vec{a}_1$, $\vec{a}_2$ ivme değerlerini hesaplayınız.

14. Bulduğunuz deneysel ivme değerlerini Tablo 6.3'e kaydediniz.

15. (Diskin teorik kütle değeri m=500g) Elinizdeki veriler yardımıyla diskin deneysel kütle değerini belirleyiniz ve tablo 6.3'e kaydediniz. Daha sonra bulduğunuz deneysel kütle değerlerinizi teorik kütle değerinizle karşılaştırıp % hata hesabı yapınız.

Tablo 6.3

$\vec{F}$= m. $\vec{g}$.sin θ θ (N)	$\vec{a}$ (m/s^2) deneysel	m =$\vec{F}/\vec{a}$ (kg) deneysel

16. Kütleyi teorik değerinden farklı buluyorsanız hata nedenleriniz ne olabilir yorumlayız.

17. $\vec{F}'$= $\vec{F}$- $\vec{F}_s$ bağıntısından sürtünme katsayısını hesaplayınız

DENEY N0:7

DENEYİN ADI: İKİ BOYUTLU UZAYDA ÇARPIŞMA

DENEYİN AMACI: Esnek ve esnek olmayan çarpışmada momentumun ve kinetik enerjinin korunumunun incelenmesi.

DENEY BİLGİSİ:

Dış kuvvetin etkisinde olmayan iki cismin çarpışmasında momentum ve kinetik enerji korunuyorsa çarpışmaya "**esnek çarpışma"** denir. Çarpışmada kinetik enerji korunmuyorsa bu tür çarpışmaya "**esnek olmayan çarpışma"** denir. Kütleleri m_1, m_2 ve çarpışmadan önceki hızları $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ olan iki disk esnek olarak çarpışsın ve çarpışmadan sonraki hızları $\vec{u}_1$, $\vec{u}_2$ olsun. Bu çarpışmalarda momentum korunur:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 \tag{7.1}$$

Çarpışmadan önce = Çarpışmadan sonra

Esnek çarpışmalarda momentuma ek olarak kinetik enerji de korunur.

$$\frac{1}{2}\, m_1\vec{v}^2{}_1 + \frac{1}{2}\, m_2\vec{v}^2{}_2 = \frac{1}{2}\, m_1\vec{u}^2{}_1 + \frac{1}{2}\, m_2\vec{u}^2{}_2 \tag{7.2}$$

Bu durumda iki diskin kütle merkezi de sabit $\vec{V}$ hızı ile hareket eder. Kütle merkezinin $\vec{V}$ hızı için,

$$(m_1 + m_2)\,\vec{V} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$$

bağıntısından,

$$\vec{V} = \frac{(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)}{(m_1 + m_2)} = \frac{(m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2)}{m_1 + m_2} \tag{7.3}$$

bulunur. $m_1 = m_2$ özel durumu için (7.1), (7.2), (7.3) eşitlikleri,

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 \tag{7.4}$$

$$\vec{v}^2{}_1 + \vec{v}^2{}_2 = \vec{u}^2{}_1 + \vec{u}^2{}_2 \tag{7.5}$$

$$\vec{V} = \frac{1}{2}\,(\vec{v}_1 + \vec{v}_2) = \frac{1}{2}(\vec{u}_1 + \vec{u}_2) \tag{7.6}$$

basit ifadelerine dönüşür.

Esnek olmayan çarpışmada kinetik enerji **korunmaz**. Başka bir söyleyişle, bu tür çarpışmada kinetik enerji kaybı olur. Çarpışmadan sonraki toplam kinetik enerji, çarpışmadan önceki toplam kinetik enerjiden daha küçüktür. K_1 çarpışmadan önceki ve K_2, çarpışmadan sonraki toplam kinetik olmak üzere,

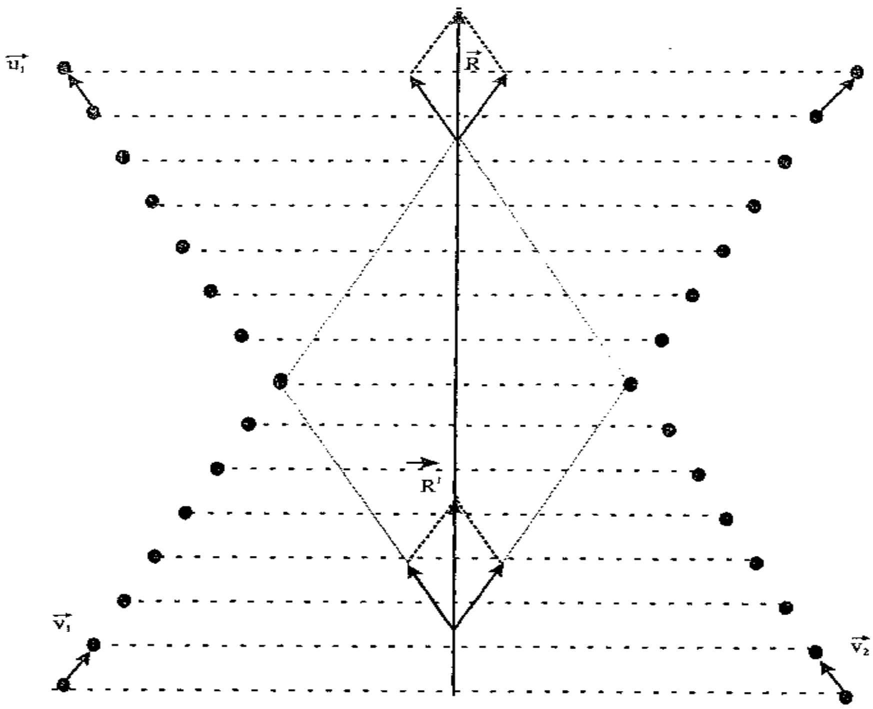
$$K_1 > K_2$$

dir ve toplam kinetik enerji farkı ya (K_1 - K_2) ısı enerjisine dönüşür ya da çarpışan cisimlerde potansiyel enerji şeklinde depo edilir. Kinetik enerji kaybının çarpışmadan önceki toplam kinetik enerjiye oranı, $e = \frac{(K_1 - K_2)}{K_1}$ **"esneklik katsayısı"** olarak tanımlanır.

DENEYİN YAPILIŞI:

A. <u>Eşit Kütlelerle:</u>

Hava masasını yatay duruma getirdikten sonra diskleri masanın size yakın köşelerine koyunuz. Hava pedalına basınız ve çarpışma ortada bir yerde olacak şekilde diskleri hafifçe hızlandırıp bırakınız. Çarpışmadan sonra disklerin tekrar ayrıldığını göreceksiniz. Disklerin hızlarını ve konumlarını ayarladıktan sonra ark pedalına da basarak hareketi tekrarlayınız. Ark pedalına, disklere hareket verdikten sonra basmanız gerekir. Hareketten önce basarsanız, diklerin birbirine göre **t** zamanındaki konumlarını bulmanız çok güçleşir.



ŞEKİL 7.1

Elde ettiğiniz disk izlerini izleyiniz. Çarpışman önceki ve sonraki hız vektörlerini Şekil 7.1 de bileşke olduğu gibi belirttikten sonra bu vektörlerin uzantılarının kesiştiği noktalar başlangıç olmak üzere $\vec{R} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ ve $\vec{R}' = \vec{u}_1 + \vec{u}_2$ vektörlerini çiziniz ve ölçünüz.

a. $\vec{R}$ ve $\vec{R}'$ (büyüklük ve yön bakımından) birbirine eşit oluyor mu? Eşit oluyor ise; disklerin kütleleri hakkında ne söyleyebilirsiniz? Bu sonuç momentum korunumunu gösterir mi?

b. Çarpışma öncesi ve sonrası hız değerlerini ölçerek kinetik enerjinin korunduğunu gösteriniz. İz grafiğinde birbirine karşılık gelen noktalan birleştiriniz ve şekilde görüldüğü gibi hareket boyunca kütle merkezinin bulunduğu noktaları işaretleyiniz.

c. Kütle merkezi doğrusal bir yörünge üzerinde hareket ediyor mu? Sizce bunun sebebi nedir?

d. Kütle merkezinin $\vec{V}$ hız vektörü $\vec{R}$ ve $\vec{R}'$ bileşke vektörleri ile aynı yönlü oluyor mu?

Kütle merkezi için $\vec{V}$ hızının büyüklüğünü ölçünüz ve (7.6) eşitliğinde bulacağınız değerle karşılaştırınız.

B. ***<u>Eşit Olmayan Kütlelerle:</u>***

Deneyi disklerden birine ek kütle yükleyerek tekrarlayınız. Bir önceki deneydeki gibi hız vektörlerini çiziniz. Çarpışmadan önceki ve sonraki **hızların toplamı** büyüklük ve yön bakımından bu kez **eşit olmayacaktır**. Çünkü bu durum için (7.2) ve (7.3) ifadeleri geçerlidir. O halde hız vektörleri yerine disklerin çarpışmadan önceki ve sonraki momentumlarını ($\vec{P} = \sum m\vec{V}$) alarak momentum vektörlerini çiziniz.

e. Momentum korunuyor mu? Yani çarpışmadan önceki ve sonraki momentumların büyüklüğü birbirine eşit ve momentum vektörleri paralel mi?

f. Kinetik enerjinin korunumunu (7.2) bağıntısından yararlanarak gösteriniz.

g. Kütle merkezinin hareket eğrisini çiziniz. Kütle merkezi bir doğru üzerinde hareket ediyor mu?

h. Kütle merkezinin $\vec{V}$ hızının yönü hakkında ne söyleyebilirsiniz? $\vec{V}$ nin büyüklüğünü ölçünüz ve (7.3) eşitliğinden hesaplayacağınız sonuçla karşılaştırınız.

C. Esnek Olmayan Çarpışma:

Eşit iki diskin çevresine özel yapışkan şeritleri, yapışkan yüzeyleri disk yüzeyine gelecek şekilde sarınız ve çarpışmayı yeniden gözleyiniz. Elde ettiğiniz iz grafiklerini gözlemleyiniz.

Elde ettiğiniz iz grafiklerini inceleyiniz. Çarpışmadan önceki ve sonraki hız vektörlerini ve $\vec{R}$, $\vec{R}'$ bileşke vektörlerini deneyin A kesiminde olduğu gibi çiziniz.

j. $\vec{R}$ ve $\vec{R}'$ büyüklük ve yön bakımından eşit oluyor mu? Momentum korunuyor mu**?** Çarpışma öncesi ve sonrası hız vektörlerinin büyüklüklerini ölçünüz. Kinetik enerjinin korunumu ile ilgili nasıl bir sonuca varıyorsunuz?

k. Kinetik enerji kaybını ve toplam enerjiyi hesaplayınız.

B) TAMAMEN ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA DENEYİN AMACI:

İki cismin tamamen esnek olmayan çarpışmasında momentum ve enerji bağıntılarının incelenmesi.

DENEY BİLGİSİ:

İki cisim çarpıştıktan sonra birbirine yapışır ve birlikte hareket ederlerse bu cins çarpışmaya "**tamamen esnek olmayan çarpışma"** denir. Bu tip çarpışmalarda kinetik enerji korunmaz. Çarpışmadan sonra sistem dönmeden hareket ediyorsa; her iki cimin hızı ve kütle merkezinin hızı birbirinin aynı olur. u_1 ve u_2 çarpışmadan sonra cisimlerin hızlan ve $\vec{v}$ kütle merkezinin hızı olmak üzere,

$$\vec{u}_1 = \vec{u}_2 = \vec{v} = \vec{u} \tag{7.7}$$

yazılabilir. $\vec{v}_1$ ve $\vec{v}_2$ cisimlerin çarpışmadan önceki hızlan olmak üzere momentumun korunumu prensibine göre,

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v} \tag{7.8}$$

Çarpışmadan önce = *Çarpışmadan sonra*

Bu bağıntıdan kütle merkezinin $\vec{v}$ hızı için,

$$\vec{v} = \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)}{(m_1 + m_2)} \tag{7.9}$$

bulunur, $m_1 = m_2$ olması durumu için,

$$\vec{v} = \frac{1}{2}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2) \tag{7.10}$$

elde edilir.

Tamamen esnek olmayan çarpışmada momentum kaybı olmamasına karşın, daima kinetik enerji kaybı olur. O halde kinetik enerjiler için,

$$\left(\frac{1}{2}\, m_1 \vec{v}^2{}_1 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}^2{}_2\right) > \left(\frac{1}{2}(m_1 + m_2)\vec{v}^2\right) \tag{7.11}$$

eşitsizliğini yazabiliriz. $m_l = m_2$ ise,

$$\left(\vec{v}_1{}^2 + \vec{v}_2{}^2\right) > 2\vec{v}^2 \tag{7.12}$$

olur. Bu tip çarpışmada enerji ısıya ya da başka enerji şekillerine dönüşür. K_1 çarpışmadan önceki toplam kinetik enerji ve K_2 çarpışmadan sonraki toplam kinetik enerji olmak üzere (esnek olmayan çarpışmada olduğu gibi),

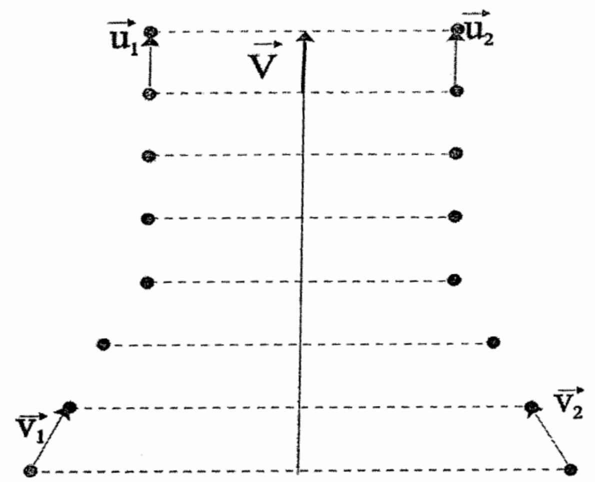
$$e = \frac{K_1 - K_2}{K_1} \tag{7.13}$$

ifadesi kinetik enerjiden azalma oranını gösterir.

DENEYİN YAPILIŞI:

A. *Esit Kütlelerde:*

Tamamen esnek olmayan çarpışma için eşit iki diskin çevresine özel yapışkan şeritleri bu kez yapışkan yüzeyler dışa gelecek şekilde sarınız. Hava masasının durumunu kontrol ettikten sonra bir önceki deneyde olduğu gibi çarpışmayı gözleyiniz.



ŞEKİL-7.2

Elde ettiğiniz izlerin esnek çarpışmadakinden farklı olduğunu görüyorsunuz. Çarpışmadan önceki $\vec{v}_1, \vec{v}_2$ ve $\vec{u}_1$, $\vec{u}_2$ hız vektörlerini çiziniz ve büyüklüklerini ölçünüz. Çarpışmadan sonraki $\vec{u}_1$, $\vec{u}_2$ hızları birbirine eşit değilse sistem dönmektedir.

a. $\overrightarrow{R} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ *ve* $\vec{R}' = \vec{u}_1 + \vec{u}_2$ bileşke vektörlerini çizerek gösterin. Çarpışmadan önceki ve sonraki bileşke vektörler birbirine eşit oluyor mu? Momentumun korunduğunu nasıl gösterirsiniz?

b. Sistemin kütle merkezinin yörüngesini çiziniz. Çarpışmadan sonra kütle merkezinin doğrultusu değişiyor mu?

c. Kütle merkezinin $\vec{v}$ hız vektörünü çiziniz. $\vec{v}$ hızı çarpışmadan sonraki $\vec{u}_1$ ve $\vec{u}_2$ hızlarına eşit oluyor mu? $\vec{v}$ ile $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ arsında nasıl bir bağıntı buluyorsunuz? $\vec{v}$ vektörünün büyüklüğünü ölçünüz.

d. Bulduğunuz hız değerlerini (7.12) bağıntısında yerine koyarak kinetik enerjinin korunmadığını gösteriniz. Enerji kaybı ne orandadır?

Not: Gelirken yanınızda 4 farklı renkte fosforlu kalem getiriniz.

DENEY NO: 8

DENEYİN ADI: BASİT HARMONİK HAREKET

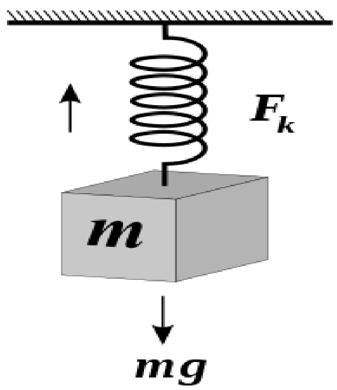
DENEYİN AMACI: Bir yayın esneklik sabitinin bulunması.
İş, potansiyel enerji ve kinetik enerji kavramlarının öğrenilmesi.
Hooke kanununun ve basit harmonik hareketin incelenmesi.

DENEY BİLGİSİ:

Sabit bir noktanın iki yanında salınan cisme titreşim hareketi yapıyor denir. Bu deneyde titreşim hareketinin bir şekli olan harmonik hareketi ve bu hareket sırasında potansiyel enerjinin değişimini inceleyeceksiniz. Harmonik harekette cisme etki eden kuvvet cismin denge konumundan uzaklığı ile doğru orantılıdır. Harmonik harekete örnek olarak bir sarkacın salınımını, bir diyapozisyonun titreşimini ve bu deneyde inceleyeceğiniz sarmal bir yayın ucuna asılı bir kütlenin salınımını verebiliriz.

Bir spiral yayın boyunu, esneklik sınırları içinde x kadar uzatmak için yaya uygulanması gereken F kuvveti x uzama miktarı ile orantılıdır. (Hooke Kanunu):

$$\vec{F} = -kx \tag{8.1}$$



ŞEKİL - 8.1

k orantı katsayısına yay sabiti ya da kuvvet sabiti denir. Eksi işareti bu kuvvetin geri çağırıcı, yani sistemi tekrar denge konumuna çekici bir kuvvet olduğunu gösterir. Sistemi denge konumuna çağırıcı merkezi kuvvetler basit harmonik hareket dediğimiz, denge konumu civarında ileri-geri hareketlere neden olurlar.

Ucuna m kütlesi asıldıktan sonra denge konumuna gelmiş bir yayı x kadar uzatalım. Etki-tepki prensibine göre yay, sistemi F kuvveti ile denge konumuna getirmeye çalışacak ve kütleyi serbest bıraktığımızda sistem bir a ivmesi kazanacaktır. Newton'un temel prensibine göre,

$$\vec{F} = m\vec{a} \tag{8.2}$$

yazılabilir.

(8.1) ve (8.2) bağıntıları eşit olduğundan,

$$\vec{a} = -\frac{k}{m}.\vec{x} \qquad (8.3)$$

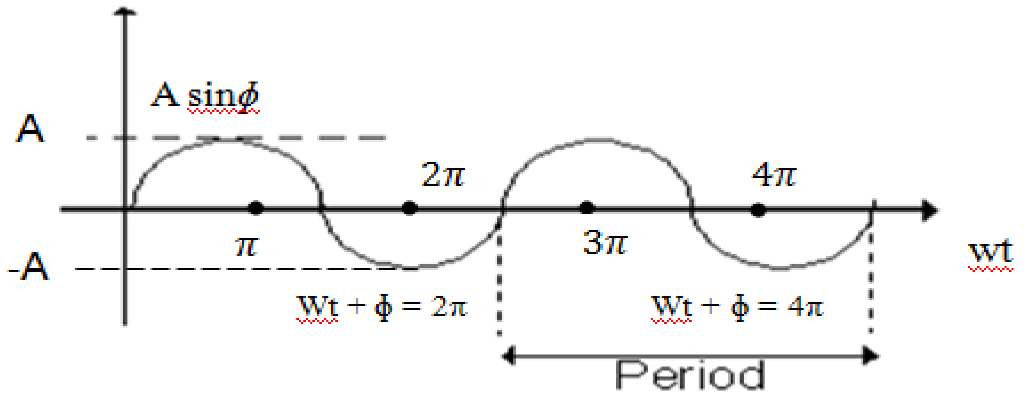
bulunur. İvme x sıkışma miktarı ile orantılı ve onunla zıt yönlüdür. Bu ifade basit harmonik hareket için ayırıcı bir niteliktir. (8.3) denklemi,

$$m\{(d^2\vec{x} / dt^2)\}= -k\vec{x} \qquad (8.4)$$

şeklinde yazılabilir ve bu denklemin çözümü,

$$x=A \sin(wt + \phi) \qquad (8.5)$$

olan sinüsoidal bir fonksiyondur. Burada $w=(k/m)^{1/2}$ harmonik hareketin açısal hızı, A genliği ve ϕ faz açısıdır. Şekil-8.2' de bu fonksiyonun wt' ye göre çizimini görüyorsunuz. ($T = 2\pi/w$)



ŞEKİL – 8.2

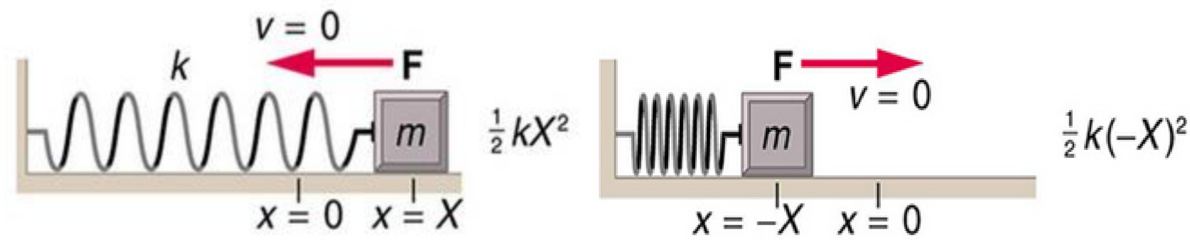
Bir yay x kadar gerildiğinde veya sıkıştırıldığında (ŞEKİL-8.3) yayda depo edilen potansiyel enerji

$$U_{esneklik} = 1 / 2\ k\ x^2 \qquad (8.6)$$

ifadesiyle verilir. Dolayısıyla çekim ve esneklik potansiyel enerjisi şu eşitliklerle verilir:

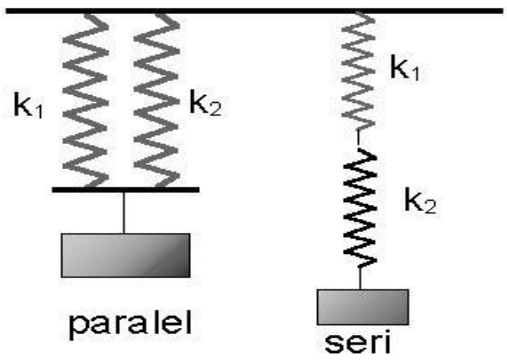
$\Delta (U_{çekim}) = - m\ g\ (x_2 - x_1)$……………………………… $U_{çekim} = m\ g\ x$ (8.7)

$\Delta (U_{esneklik}) = 1 / 2\ k\ ((x_2)^2 - (x_1)^2)$……………………… $U_{esneklik} = 1 / 2\ k\ x^2$ (8.8)



ŞEKİL – 8.3

Yaylar **seri** ve **paralel** bağlanarak farklı k değerlerine sahip yay sistemleri kurulabilir.



Kuvvet sabitleri k_1 ve k_2 olan iki yay uç uca bağlanırsa bu düzenlemeye **seri bağlama** denir. **Seri bağlama** durumunda sisteme uygulanan kuvvet F ve yaylara uygulanan kuvvetler F_1 ve F_2

$$F = F_1 = F_2 \qquad (8.9)$$

Sistemin uzama miktarı x ve her bir yayın uzama miktarı x_1 ve x_2 ise $x = x_1 + x_2$ olur. x_1 ve x_2 yerine (8.1) nolu bağıntıdan çekilen değerler yazılırsa

$$1/k = 1/k_1 + 1/k_2 \qquad (8.10)$$

bulunur.

Kuvvet sabitleri k_1 ve k_2 olan iki yayın uçları aynı yerde yan yana bağlanırsa bu tür bağlamaya **paralel bağlama** denir. Sisteme uygulanan F kuvveti etkisinde sistemin boyu x kadar uzuyorsa yayların her birisindeki uzama x kadar olur. Bundan yayların özdeş olması gerektiği sonucuna varılır. Sisteme uygulanan kuvvet F ve her bir yaya uygulanan kuvvet F_1 ve F_2 ise

$$F = F_1 + F_2 \qquad (8.11)$$

$$k = k_1 + k_2 \text{ 'dir.} \qquad (8.12)$$

Yayların uçlarına kütleler asılıp denge konumundan aşağıya doğru çekilip uzaklaştırılarak serbest bırakılırsa, yay düşey doğrultuda bir titreşim hareketi yapar. Cisim denge konumu etrafında titreşim hareketi yaparken tam bir titreşim için geçen zamana **periyot (T)** denir. Bu salınınım periyodu;

$$T = 2\pi \sqrt{m / k} \qquad (8.13)$$

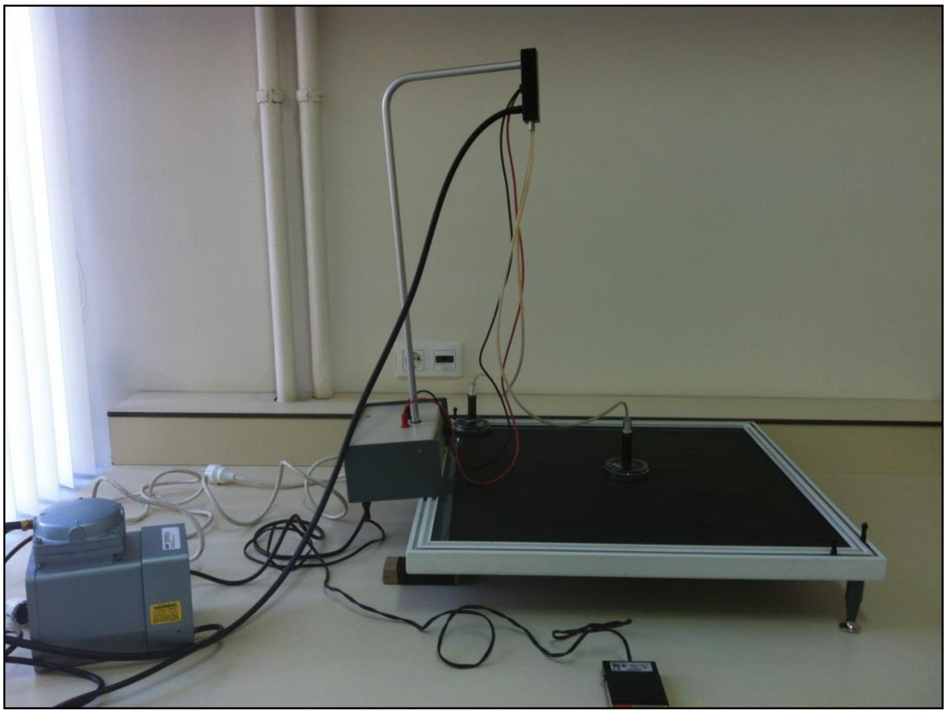
bağıntısı ile verilir. Buradan da periyodun yay sabitine bağlı olduğu görülür. Cisim denge konumu etrafında titreşim hareketi yaparken birim zamandaki tam titreşim sayısına **frekans (f)** denir. Frekans, periyot ile şu şekilde bağıntılıdır.

$$f = 1 / T \qquad (8.14)$$

KULLANILAN ARAÇLAR: Hava masası, diskler, ark kronometresi, hava pompası, yaylar, yay askısı, metre, yayın ucuna asılacak çengelli ağırlıklar, kronometre

DENEYİN YAPILIŞI:

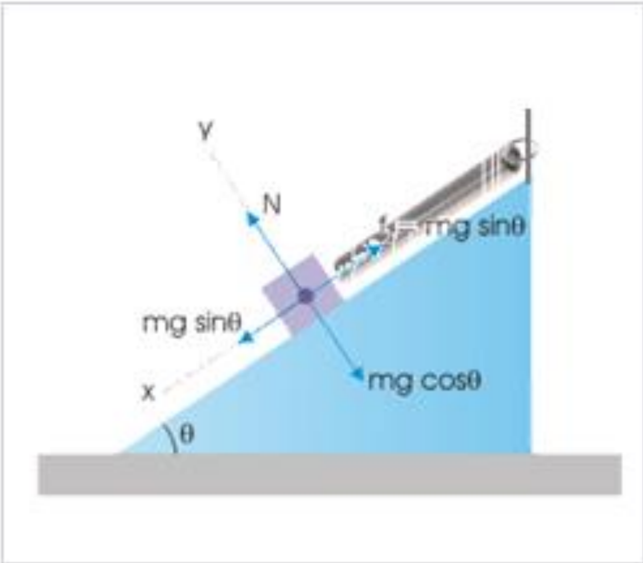
A. Yay Sabitlerinin Tayini:



ŞEKİL – 8.4

1. Hava masasını (ŞEKİL - 8.4) yatay duruma getirip denge konumunu ayarladıktan sonra kuvvet sabiti bulunacak olan yayı(k=10 N/m) masanın arka ucuna bağlayınız (Masa denge konumundayken diskin masanın tam ortasında hemen hemen hareketsiz kalıyor olması gerekir. Bunun için masanın üç ayağıyla oynayarak masayı denge konumuna getiriniz.). Ark kronometresini çalıştırarak ark pedalıyla diskin yerini işaretleyiniz. Daha sonra hava masasına eğim vererek farklı eğimler için aynı işlemleri tekrarlayınız.

Masaya eğim vermek için takozlar masanın altına yerleştirilir. Ark kronometresi 0.08 de çalıştırılacaktır.



ŞEKİL – 8.5

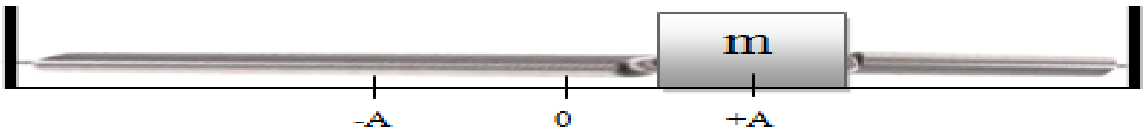
2. İkinci yay için deneyi aynı şekilde yineleyiniz. Elde ettiğimiz izlerle belirlenen x uzama miktarının sinΘ 'ya karşı ayrı ayrı **grafiklerini** çiziniz. Bu kısım üç farklı yay için de tekrarlanacak (k=3 N/m, k=10 N/m, k=20 N/m).

a) Elde ettiğiniz eğrilerin biçimi nedir? Eğrilerin biçiminden uygulanan kuvvet sınırları içinde yaylardaki uzamanın Hooke kanununa uyduğunu söyleyebilir misiniz? Uygulanan kuvvet büyüklüğü esneklik sınırlarını aşmaya neden olsa idi eğrinin şekli nasıl olurdu?

b) Uzama miktarının sinΘ ' ya karşı değişimini gösteren eğriler birer doğru iseler bu eğrinin matematiksel ifadesini yazınız. Buna göre elde ettiğimiz doğruların eğimi ile k yay sabitleri arasında nasıl bir bağıntı vardır? Her iki yayın yay sabitlerini hesaplayınız.

A. Yay -Disk-Yay Sistemi, Basit Harmonik Hareket:

1. Hava masasını tekrar yatay duruma getiriniz. Yay-disk-yay sistemini ŞEKİL-8.6' da şematik olarak gösterildiği gibi masanın ön kenarına paralel ve 10 cm kadar bu kenara uzak olacak biçimde kurunuz. Deney kağıdını alüminyum kağıt çekme borusunun altından geçiriniz ve masanın ön kenarından hafifçe sarkıtınız.

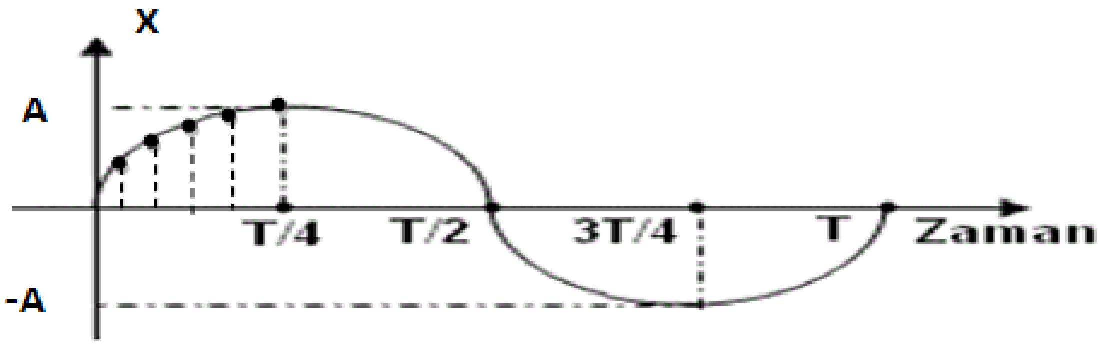


ŞEKİL – 8.6

2. Diski hareket doğrultusu üzerinde denge konumundan bir miktar ayırınız ve hava pedalına basarak salınıma bırakınız. Sonra ark pedalına da basınız ve deney kağıdını sabit bir hızla çekiniz. ŞEKİL- 8.7 görünümünde bir iz grafiği elde edilecektir. Elde ettiğimiz bu eğri x=Asinwt şeklinde bir sinüs fonksiyonunu temsil etmekte midir? Bunu sınamak için, x=Asinwt denkleminden görüleceği üzere eğrinin T periyodunu ölçerek,

$$t = T/4 \text{ için } x = +A$$
$$t = T/2 \text{ için } x = 0$$
$$t = 3T/4 \text{ için } x = -A$$
$$t = T \text{ için } x = 0$$

olduğunu görmek yeterli olacaktır. Bu deneyde sizin elde ettiğiniz eğri şekildeki düzgün periyodik görünümde olmasa bile yukarıdaki koşulları sağlayacaktır, niçin?



ŞEKİL – 8.7

Yay disk yay sistemi için k yay sabiti değerini hesaplayabilir miyiz?

B. Seri bağlı yay sistemi için yay sabiti tayini

1. Şekildeki düzeneği k sabitleri farklı iki yayı seri bağlayarak kurunuz.

2. Yayların ucuna kütle asılmamışken denge uzunluğunu ölçünüz. (m=0 iken L_0= ...cm)

3. Yay sisteminin ucuna asılan ağırlıklara göre sistemdeki uzama miktarını veri tablosuna yazınız. Sistemin uzama miktarını tespit etmek için her ölçüm değerinden denge uzunluğu farkını almanız gerekir.

4. Kütle-uzama grafiğini çiziniz, (m = f (x)

5. Çizdiğiniz grafiğin eğimini bulunuz. Doğrusal grafiklerin eğimlerinin terslerinin k = (1 / eğim) yerçekimi ivmesi ile çarpımı o yay sistemine ait yay sabitini verecektir. Seri bağlı yay sisteminin k değerini bulunuz.

AĞIRLIKLAR (gram)	1. YAY	2. YAY	X_1	X_2
15				
20				
40				
60				
70				
80				
90				
DENGE UZUNLUĞU (cm)				
k - SABİTİ (N/m)				

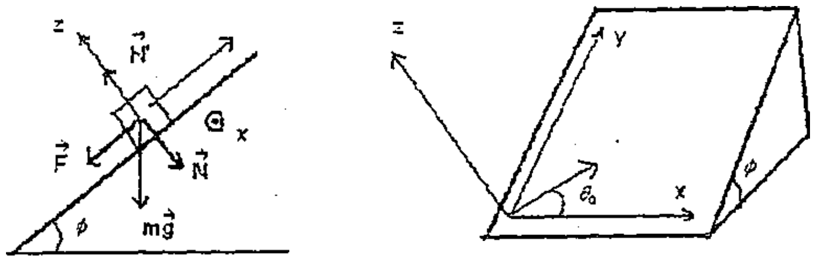
DENEY NO: 9

DENEYİN ADI: HAVA MASASINDA EĞİK ATIŞ

DENEYİN AMACI: Yatay ile ∅ açısı yapan bir eğik düzlemde belirli bir θ_0 açısı ile fırlatılan bir cismin hareketini incelemek.

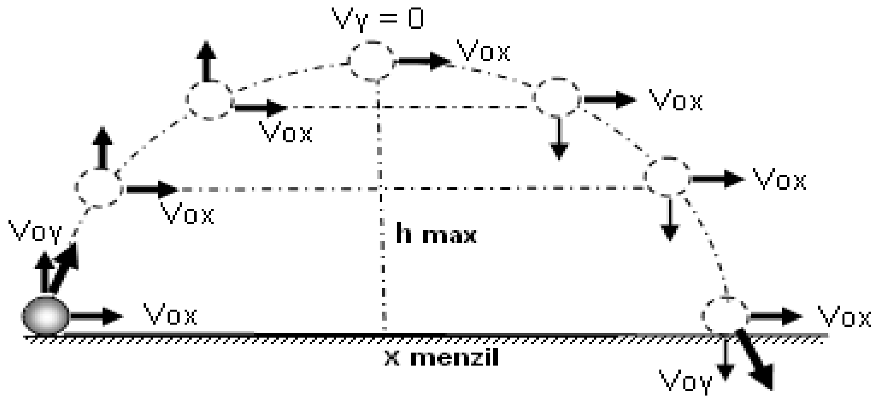
DENEY BİLGİSİ:

ŞEKİL- 9 .1' de yatay ile ∅ açısı yapan bir eğik düzlem bulunmaktadır. Bu eğik düzlem üzerinde masanın alt kenar doğrultusu ile θ_0 açısı yapan bir cisim gösterilmiştir. Referans sistemi eğik düzlem boyunca y-ekseni, eğik düzleme dik olan z-ekseni ve x-ekseni de bu iki eksene dik olacak şekilde seçilmiştir.



ŞEKİL- 9.1: Hava masasında yatay atış eğik düzlem geometrisi

Cisim t =0 anında koordinat sisteminin başlangıç noktasında durmaktadır. Cisim x-ekseni ile θ_0 açısı yapacak şekilde $\vec{V}_0$ ilk hızı ile atıldığında, cismin yörüngesi ŞEKİL- 9.2' deki gibi olacaktır.



ŞEKİL-9.2: x-y düzleminde eğik atış hareketi

Cisme etkiyen kuvvetler ŞEKİL-9.1 ' de vektörel olarak gösterilmiştir.

Cisme x-ekseni doğrultusunda etkiyen net kuvvet olmadığından ivmenin bu eksen üzerindeki bileşeni yoktur ve $\vec{V_0}$ hızının x-bileşeni zamanla değişmez, sabit kalır. Ancak y-ekseni boyunca eğik düzlemden dolayı

$$\vec{a}_y = -\vec{g}\sin\emptyset\ \vec{j} \tag{9.1}$$

şeklinde bir ivme olacaktir. Bu durumda hız bileşenleri

$$\vec{V}_{ox} = \vec{V}_x = V_o\, cos\theta_o\, \vec{\imath} \tag{9.2}$$

$$\vec{V}_{oy} = V_o\, sin\theta_o\, \vec{\jmath} \tag{9.3}$$

$$\vec{V}_y = \left(V_o\, sin\theta_o - \vec{a}_y\, t\right)\vec{\jmath} \tag{9.4}$$

şeklinde olacaktır. Herhangi bir t anında cismin hızı;

$$\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y \tag{9.5}$$

vektörel toplamı ile bulunacaktır. Hızın büyüklüğü;

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 \tag{9.6}$$

ile verilir. Cismin herhangi bir t anında bulunduğu noktanın koordinatları;

$$\vec{x} = \vec{V}_{ox}\, t = V_o\ t\, cos\theta_o\, \vec{\imath} \tag{9.7}$$

$$\vec{y} = \vec{V}_{oy}\, t - {}^{1}\!/_{2}\, \vec{a}_y\, t^2 = \vec{V}_o\, t\, sin\theta_o\, \vec{\jmath} - {}^{1}\!/_{2}\ \vec{a}_y\, t^2\, \vec{\jmath} \tag{9.8}$$

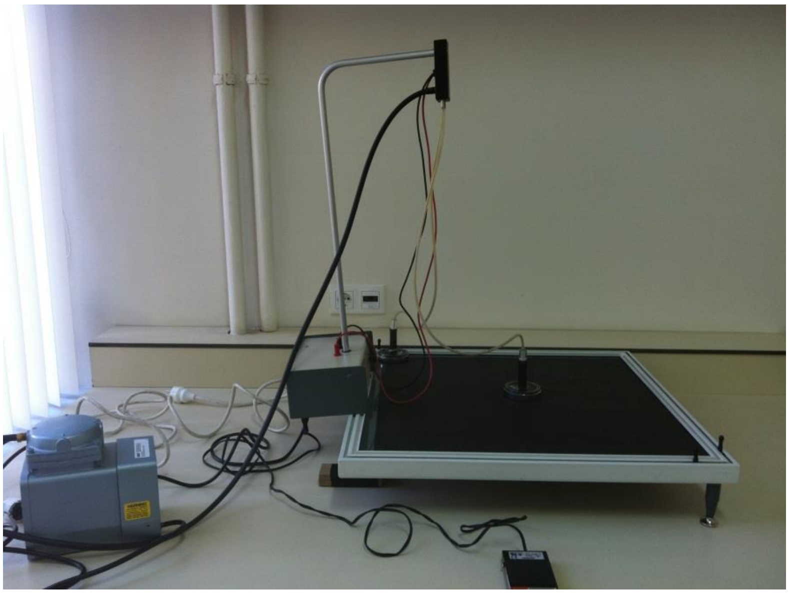
bağıntıları ile verilir. Son iki denkleme *yörüngenin parametrik denklemleri* denir. Bu iki denklem arasında (9.7 ve 9.8) t yok edilirse, cismin yörünge denklemi bulunur.

$$\vec{y} = tan\theta_o\, \vec{x} - {}^{1}\!/_{2}\ \vec{a}_y\, \frac{1}{V_o^2\, cos^2\theta_o}\, \vec{x}^2 \tag{9.9}$$

Bu denklem, ekseni x-eksenine dik ve tepe noktası yukarıda olan parabol denklemidir. Bu nedenle harekete *parabolik hareket* denir.

KULLANILAN ARAÇLAR: Hava masası deney düzeneği, iki adet disk (m = 522 g), karbon kağıdı, iz kağıdı, air table spark generator (hava masası kıvılcım jeneratörü)(0.08 s), hava pompası, hava pedalı, tahta takoz (h = 2,4 cm).

NOT: Kıvılcım jeneratörü, üzerindeki ölçeklere göre belirli periyodlarda elektrik kıvılcımı oluşturan bir cihazdır.



DENEYİN YAPILIŞI:

1. Hava masasını yatay konuma getiriniz.

2. Hava pompasını (jeneratör) çalıştırıp, masanın ayaklarıyla oynayarak iki diskte masanın ortasında kaymadan durabilecek şekilde, masayı denge konumuna getiriniz.

3. Daha sonra masaya bir Ø açısı kadar eğim veriniz, (h = 2,4cm yüksekliğindeki takozu hava masasının arka ayağının altma yerleştiriniz)

4. Disklerden birini, masanın sol üst köşesine lastikler yardımıyla tutturup, sabitleyiniz.

5. Kıvılcım jeneratörünü 0.08 saniye kademesine getirip, açınız.

6. Diğer diski masanın sağ alt köşesinden sol alt köşesine doğru, elinizle, parabolik bir hareket yapacak şekilde, θ_0 açısıyla fırlatınız. Diğer elinizle de hava pedalına basınız.

NOT: Diskin fırlatılmasıyla, hava pedalına basma işlemi aynı anda yapılmalı. Disk hareketini tamamlayana kadar pedala basmaya devam etmelisiniz.

7. İz kağıdı üzerinde ŞEKİL-9.3' teki iz grafiği ortaya çıkacaktır. Elde ettiğiniz iz grafiğini incelemek üzere, şekilde olduğu gibi iz grafiğinin x- y koordinat sistemini çiziniz. Kıvılcım izlerinin x ve y bileşenlerini eksenler üzerinde dikkatlice işaretleyiniz.

8. İlk iz noktasından eğriye teğet çiziniz (Bu $\vec{V_o}$ değerini verir). Açıölçer yardımıyla yatay eksen x ile teğet doğrusu arasındaki açıyı ölçünüz. Bu size diski fırlatma açınızı (θ_0) verecektir.

9. İz grafiğinizden diskin maksimum yatay menzile ulaşması için geçen süreyi (t) hesaplayınız. (t = aralık sayısı. kıvılcım jeneratörü kademesi)

10. $\vec{V}_{ox}$ değerini hesaplayınız. (v = x/t) (x = diskin yatayda aldığı yolun uzunluğu)

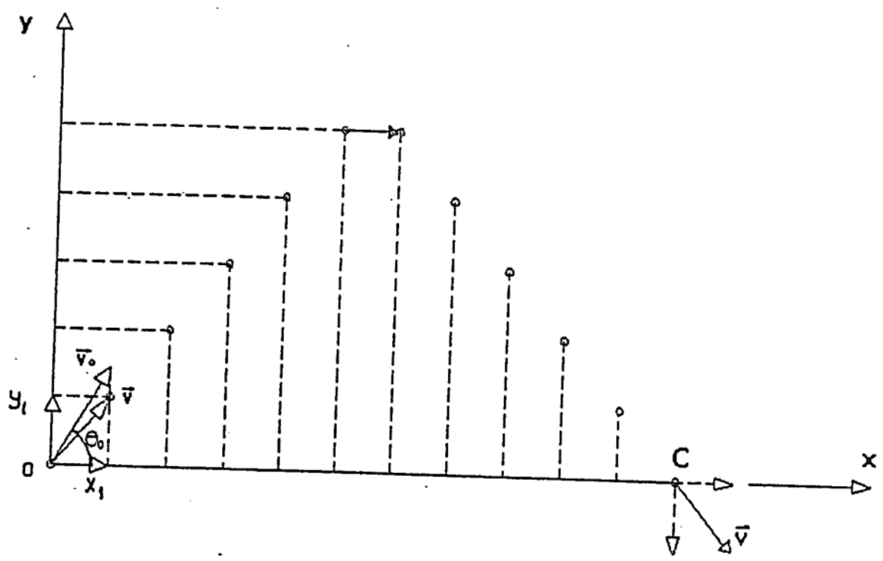
11. $\vec{V}_o$ değerini hesaplayınız.

12. Maksimum yüksekliği (h_{max}) ölçünüz.

13. Menzili (R) ölçünüz.

14. İlgili formüllerden yararlanarak menzil (R), uçuş süresi (t) ve maksimum yükseklik (h_{max}) değerlerini hesaplayınız. Bu sonuçlan ölçülen değerlerle karşılaştırıp hata hesabı yapınız.

15. Deneyi iki farklı fırlatma açısı (θ_0) için tekrarlayınız.



SORULAR:

1. Diskin x-ekseni boyunca eşit zaman aralıklarında kat ettiği yol hakkında ne söyleyebilirsiniz? Bunlar birbirine eşitse sizce sebebi nedir?

2. Diskin hızı x-ekseni yönündeki $\vec{V}_x$, bileşenini grafik üzerinde gösteriniz, $\vec{V}_x$ zamana bağlı mıdır? $\vec{V}_x$'i $\vec{V}_O$ ilk hızına bağlı olarak ifade ediniz, $\vec{V}_O$ ilk hız değerim bulunuz.

3. Grafiğin üzerindeki herhangi iki A ve B noktalarında hız vektörlerini ve bileşenlerim hızın büyüklüğü ile orantılı olarak çiziniz.

4. Diskin C noktasına ulaştığı andaki hızım çizimle ve hesaplayarak bulunuz ve $\vec{V}_O$ ilk hızı ile karşılaştırınız.

5. Sizce bu deneyde başlıca hata kaynaklan nelerdir?