

GENEL FİZİK LABORATUVARI I

MEKANİK DENEYLERİ

EYLÜL, 2023

DENEY ÇİZELGESİ

[illegible]

FİZİK LABORATUVARI ÖĞRENCİLERİNE

1. Her öğrenci kendisine ayrılan ve ilan edilen laboratuvar saatinde, laboratuvarında yerini almış olmalıdır. Beyaz önlük giymek zorunludur.
2. Her öğrenci ilk hafta grup numarasına karşılık gelen deneye hazırlanacak, daha sonra ise hemen ardındaki deneyle laboratuvara devam edecektir. (Örneğin 3. gruptaki bir öğrenci ilk hafta 3. deney olan “Serbest Düşme” deneyini yapacak, bir sonraki hafta 4. deneye, daha sonra 5. deneye, ... hazırlanacaktır.)
3. Her öğrenci yapacağı deney ile ilgili teorik bilgiyi önceden çalışarak ve deneyin yapılışını okuyarak gelmelidir. Her öğrenciden deney öncesi Deney Defteri istenecek ve öğretim üyesi deney yapabilme yeterliliğine karar verirse öğrenci deneye alınacaktır. Deney yapıldıktan sonra yazılan rapor da öğretim üyesi tarafından kontrol edilip imzalanacaktır.
4. Öğrenciye deneye başlamadan önce, deneyle ilgili sözlü veya yazılı bir sınav yapılacaktır. Öğrenci deneye hazır değilse telafiye bırakılacaktır.
5. Devamsızlık veya telafi sınırı 2 deneydir. Daha fazla sayıda deneye gelmeyen öğrenci dönem sonu sınav hakkını kaybeder. Başka bir deyişle, laboratuvar dersinden kalmış olur.
6. Öğrenciler yapamadıkları veya telafiye kaldıkları deneyleri, bütün deneyler bittikten sonra yapacaklardır.
7. Grup içindeki her öğrenci, topladıkları verileri kullanarak bir deney raporu hazırlayacak ve bir sonraki hafta bu deney raporunu sunacaktır. Deney raporu çizgisiz kağıda, tükenmez ya da dolma kalemle hazırlanmalıdır. Hazırlanan raporlarda veri kağıdı mutlaka bulunmalıdır. Veri kağıdı olmayan ve zamanında getirilemeyen raporlardan öğrenci “0” alacaktır.
8. Öğrenci laboratuvardaki deney düzeneklerinin kullanımı konusunda titiz davranmalı ve deney boyunca kendi masasından ayrılmamalıdır.

DENEY RAPORUNUN YAZILIŞI

Deney raporu genellikle şu alt başlıklara sahip olacaktır: Başlık, Amaç, Teorik Bilgi, Deneyin Yapılışı, Verilerin Analizi, Soruların Cevapları ve Sonuç Yorum.

- Her deneyin başlığı ve amacı deney kılavuzunda daima verilir. Sadece kopya etmeniz yeterli olacaktır. Teorik Bilgi kısmı da laboratuvar kılavuzunda (föyde) verilir. Fakat öğrenciler burada deneye hazırlanırken farklı kaynaklardan araştırdıkları bilgileri de paylaşmalı, sadece föydeki teorik bilgiyi rapora geçirmemelidir. Teorik bilgi kısmında ayrıca, deneyle ilgili önemli formüller yazılmalı ve kullanılan sembollerin ne oldukları belirtilmelidir.
- Deneyin yapılışı kısmında öğrenci basit ve açık bir şekilde deneyde ne yaptığını kendi cümleleri ile kısaca anlatmalıdır.
- Verilerin analizi kısmında öncelikle, yaptığınız bütün ölçümler açıkça kaydedilmelidir. Daha sonra sizden istenilen hesaplamalar, teorideki formüller kullanılarak yapılmalıdır. Bazı deneylerde grafik çizmeniz gerekebilir. Genellikle bir doğru grafiği çizilir. Sonuçlar, grafiğin eğiminden ve eksenleri kesim noktalarından elde edilir. Grafik çizildikten sonra, bütün hesaplamalar bu bölümde yapılacaktır. Birim kesinlikle unutulmamalı ve birimlere özenle dikkat edilmelidir. Deneylerde genellikle bir büyüklük ölçülür (örneğin yer çekimi ivmesi). Sonuçta ölçülen büyüklüğün sonucu uygun güvenilir basamaklarla yazılır. Deney sonucunda kendi ölçümünüz ile ölçülen büyüklüğün bilinen değeri arasındaki fark sorulur. Örneğin: Yer çekimi ivmesi g 'nin kabul edilen değeri $9,8 \text{ m/s}^2$ 'dir. Sizin deney sonucu $9,2 \text{ m/s}^2$ ise

$$\text{yüzdelik fark} = \frac{|\text{deneysel değer} - \text{teorik değer}|}{\text{teorik değer}} \times 100$$

$$\text{yüzdelik fark} = \frac{|9.2 - 9.8|}{9.8} \times 100 = 6.1$$

Yani, fark % 6.1'dir.

Not: Her öğrenci bağımsız olarak deney raporunu hazırlayacaktır. Soruların cevapları kısmında her deney sonundaki sorular özenle cevaplanmalıdır. Sonuç ve Yorum kısmında yaptığınız deneyle ilgili ne öğrendiğinizi, deneydeki amaca ne kadar ulaşıldığını, hatalar varsa neden olabileceğini ve bu deneyin size neler kattığını kendi cümlelerinizle belirtiniz.

RAPOR İÇERİĞİ

ADI-SOYADI:

FAKÜLTE NUMARASI:

BÖLÜMÜ:

GRUP NO:

DENEY NO:

DENEY ADI:

DENEY AMACI:

TEORİK BİLGİ:

DENEYİN YAPILIŞI:

VERİLERİN ANALİZİ:

SONUÇ YORUM:

SORULARIN CEVAPLARI:

FİZİKSEL ÖLÇÜMLER VE HATALAR

Fizikte hiçbir ölçüm hatasız değildir. Deneylerde bulunan sonuçlar, ölçüm hataları belirlenmedikçe hiçbir anlam ifade etmez. Yani her ölçülen değerde, bu değer güvenilirlik sınırları yani hata sınırları belirlenmelidir. Bir laboratuvar da karşılanan hatalar sistematik hatalar ve istatistik hatalardan oluşur.

Sistematik Hatalar: Bu tür hatalar, adından da anlaşılacağı gibi sistemin kendisinden kaynaklanan sabit hatalardır ve sonucu sürekli aynı yönde etkiler. Hatalı ayarlanmış bir alet veya baskül gibi sıfırlanmamış ibreli bir ölçüm aleti, uçları yıpranmış bir çubuk metre sürekli hata verir. Ancak bu hatalar hep bir yönde olur. Alet, ya hep daha büyük ölçer veya hep küçük ölçer. Sistematik hatalar şu yöntemlerle giderilebilir:

1. Düzenli hata miktarlarını hesaplayıp, ölçmelere düzeltme şeklinde uygulayarak
2. Ölçmelere başlamadan önce, alet hatalarından ileri gelen sistematik hata kısmı ya giderilmek ya da küçültmek amacıyla aletin kontrol ve düzenlemelerini yaparak
3. Uygun bir ölçme yöntemi uygulayarak

İstatistik Hatalar: Fizikte ölçüm hassaslığının doğal olarak sınırlı olduğundan, ölçülen nesne ya da ölçüm sistemindeki kararsızlıklardan kaynaklanan önemi olmayan, genellikle küçük ve çift yönlü hatalardır. Bu tip hataların varlığı aynı ölçümün çok sayıda yenilenmesiyle belirlenebilir. Ölçülen sonuçlar birbirinden farklı olup belirli bir değer çevresinde dağılım gösterir. Bu hatalar ölçüm sonuçlarından ayıklanamaz, ancak hata paylarının ve ölçülen büyüklüğün hangi sınırlar içinde güvenilir olduğunun yaklaşık olarak saptanması olasıdır. Bu tip hataların ölçüm sonuçlarına etkisi, aynı ölçümün çok sayıda yinelenmesi ve sonuçların istatistiksel değerlendirilmesiyle azaltılabilir. Bir fiziki büyüklük x , N kez ölçüldüğünde, ölçüm sonuçları $x_1, x_2, \dots, x_N$ olsun. Buna göre x 'in ortalama değeri x_{ort} ;

$$x_{ort} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

olarak verilir. x_{ort} değeri, x 'in en yaklaşık değeridir. O halde bir büyüklük N kez ölçülmüşse, ortalama değerini ölçüm sonucu olarak alabiliriz. Bulunan ölçüm sonucu, ölçüm sayısı N ile orantılı olarak güvenilirliği artıyor olmasına rağmen, deneylerde pratik sayıda tekrarlarla yetinmek zorundayız. x_{ort} ortalama değerindeki hata nedir? Kısaca buna bakalım.

Hataların saptanmasında uygulanan genel bir yöntem, ortalama sapma değerinin bulunmasıdır. Örneğin x_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) ölçümündeki sapma,

$$d_i = x_i - x_{ort}$$

ve ortalama sapma

$$\bar{d} = \frac{|d_1| + |d_2| + \dots + |d_N|}{N}$$

Bu eşitlik x_{ort} 'dan ortalama sapmayı verir ve ortalama, istatistik hata olarak alınabilir. N ölçüm için ortalama değerden sapma, ölçülen değer in hassaslığının saptanmasında bir ölçü olabilir. Ancak bu sapma miktarı gerçek hata değildir. Bu yalnızca istatistik hatanın saptanmasında bir yaklaşım olarak düşünülmelidir. Laboratuvar çalışmalarında öğrenci, ortalama değerden sapma olmasına rağmen $\bar{d}$ 'yi hata olarak alabilir. Bir seri ölçüm sonucunda $\bar{d}$ küçük ise x_{ort} 'u hassas olarak, $\bar{d}$ büyükse daha az hassaslıkla ölçülmüş demektir. Yani ortalama sapma istatistik hatanın büyüklüğünün saptanmasında yalnızca bir kıstastır.

Ortalama değer ve sapmanın anlamlı olabilmesi N sayısının büyüklüğüyle orantılı olacağından, öğrenci laboratuvar çalışmalarında N ölçüm sayısının saptanmasında pratik bir yaklaşım yapmalıdır.

İstatistik hataların saptanmasında çok kullanılan başka bir yöntem de standart sapma σ olmak üzere;

$$\sigma = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_N^2}{N - 1}}$$

olarak verilir. Öğrenci deney sonuçlarının analizinde $\bar{d}$ ya da σ 'dan herhangi birini kullanabilir. σ 'nın seçimi, büyük sapmalara daha fazla önem verildiğini gösterir. Standart sapma, yinelenen ölçüm sonuçlarının hangi sınırlar içinde değişebileceğinin saptanmasında basit bir yaklaşımdır.

DENEY: 1

DENEY ADI: Ölçme

DENEYİN AMACI: Farklı yöntemlerle çeşitli maddelerin uzunluk, hacim ve yoğunluğunu ölçmek.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇLAR: Çubuk Metre, Kumpas, Dereceli Kap, Elektronik Tartı, Milimetrik Kâğıtlar, Silindir Çubuk, Tahta Blok, İğne.

TEORİK BİLGİ

Fizik ve Mühendislik biliminin temeli ölçme ve bu değerlere anlam kazandırmaya dayanır. Bundan dolayı fizikçiler ve mühendisler çalışma süreci içerisinde karşılaştıkları işlerdeki temel olguları tanımlayan nicelikleri ölçü aletlerini kullanarak ölçmeleri ve sonuçlarını yorumlaması gerekir. Bu amaçla bu deneyde uzunluk, kütle, hacim ve yoğunluk ölçümünü uygulamaları ve ölçümden kaynaklanan hata hesaplamaları gerçekleştirilecektir.

Birinci deneyin amacı hassas ölçme yapma alışkanlığını öğrenmektir. Bunun için önce doğru ölçme yönteminin öğrenilmesi gerekir. Bu da ölçü aletinin, ölçülecek yere doğru yerleştirilmesi ve doğru okuma için en uygun bakışın bilinmesidir. Pratikte en çok uzunluk için kullanılan bir ölçek cetveldir. Bilimsel çalışmalarda uzunluk, metrik cetvelle ölçülür. Bu cetvel santimetre (cm) ve onun onda biri olan milimetre (mm) olarak ölçeklendirilmiştir. Pratikte cetvel ile ölçme, cetvelin sıfırı, ölçülecek boyutun başlangıcı ile çakışacak şekilde cetvel yerleştirilmeli ve boyutun bitiş ucuna karşılık gelen okuma cetvelle dik şekilde bakılarak okunmalıdır.

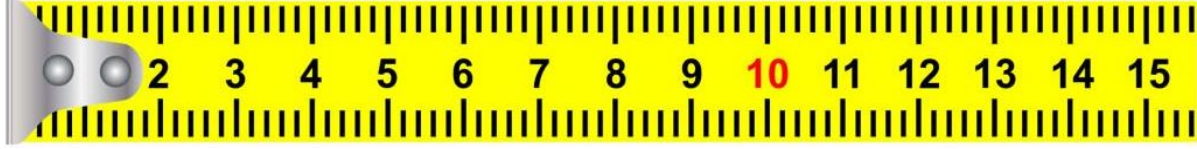
Fiziksel ölçümlerde sadece 1 tane tahmini rakama izin verilir ve bu rakama da diğer rakamlar gibi anlamlı rakam gözüyle bakılır. Metrik bir cetvelle, uzunluğun önce "cm" sini, sonra "mm" sini ve son olarak da "mm'nin yarısı okunur. Örnek vermek gerekirse, bir şeridin boyu (Şekil 1), metrik cetvelle 14,75 cm [veya 147,5 mm] ölçülmüşse, şu şekilde ölçme yapılmış demektir: 14 cm [veya 140 mm] + 0,7 cm [veya 7 mm] + 0,05 cm [veya 0,5 mm]. Bu "5" rakamı tahminidir, ancak yazılmalıdır. Çünkü bu rakam şeridin kesin olarak 147 mm' den daha büyük olduğunu söyler. Ancak ne kadar büyük olduğu hakkında tahmini bir değer verir. Fakat 0,15 mm (ya da 0,015 cm), 0,25 mm, 0,45 mm veya 0,75 mm gibi tahminler anlamsızdır. Çünkü milimetrik cetvelde teorik olarak göz ile en fazla mm nin 1/10'unu ayırt edebiliriz (hassaslıkta ölçüm yapabiliriz).

Bununla birlikte pratikte, gerek metrik cetvelin milimetre çizgilerinin kalınlığı, gerekse gözün iki metrik çizgi arasını ayırt etme hassasiyeti düşünüldüğünde; metrik cetvelde, tahmin edilebilecek makul sayı aralığı (yapılabilecek en büyük hata, bir diğer ifade ile ölçümün duyarlılığı) $\pm 0,5 \text{ mm}$ (ya da $0,05 \text{ cm}$) dir.

Herhangi bir ölçümde deney föyünün girişinde de anlatıldığı gibi hata payının da gösterilmesi gereklidir. Örneğe geri dönülecek olursa, metrik cetvelde eğer $0,5 \text{ mm}$ 'lik bir hassasiyette ölçüm yapılmışsa, ölçüm sonucunun $14,75 \pm 0,05 \text{ cm}$ olarak verilmesi gerekir. O halde metrik cetvelde yapılabilecek hata $\pm 0,0005 \text{ (m)}$ dir.

Metrik cetvelde bir cismin boyunu ölçerken, cismin uç noktası hangi çizgiye yakınsa o çizgi ölçümün hassasiyetini belirler. Bir başka deyişle ölçümümüzün en az anlamlı rakamı olur. Şekil 1'de bir şeridin boyu 9,50 ile 9,60 cm arasındadır. Dikkatlice bakıldığında şeridin boyunun $9,55 \text{ cm}$ 'den "biraz daha" kısa olduğu görülür. Aslında $9,55 \text{ cm}$ çizgisi yoktur,

gözümüzle onu (hayali olarak) cetvel üzerinde tahmin etmiş durumdayız. Bu durumda şeridin boyunu 9,50 cm mi yoksa 9,55 cm mi almamız gerekir?



Şekil 1. Metrik metre ile uzunluk ölçülmesi

DENEYİN YAPILIŞI

A) UZUNLUK ÖLÇÜMÜ

1- Uzunluk Ölçümü: Metal metreyi laboratuvar masasının a kenarı ve b kenarı çakıştırın ve masanın boyunu en yakın duyarlılık değeri olan milimetreye kadar ölçünüz. Ölçüm değerlerini cm cinsinden hazırladığınız çizelgeye yazınız. En ve Boy kullanılan bir metreden büyük değerde ise bir metre noktasını iğne ile işaretleyiniz. Şimdi masanın boyunu diğer uçundan başlayarak tekrar ölçünüz. Sonucu ikinci ölçüm olarak çizelgeye yazın. Eğer iki ölçme denemesi bir milimetreye kadar aynı sonucu vermiyorsa sonuç alıncaya kadar yeni ölçme yapınız. Ortalama boyu bulunuz.

Daha sonra tahta bloğu çubuk metre ile ölçerek sonucu kaydediniz. Bu ölçümü kumpas ile tekrarlayın. Tahta blok için, bu ölçü aletleri ile yapılan ölçmelerin duyarlılığını karşılaştırın.

SORULAR

- 1) Masanın ucuna neden metrenin bölmeli kısmı çakıştırılıyor da bölmesiz kısmı çakıştırılmıyor?
- 2) İkinci ölçmeyi yaparken niçin masanın diğer uçundan başlamalısınız?
- 3) MKS, CGS ve İngiliz birim sisteminde uzunluk ölçü birimi nedir? Aralarındaki ilişki nasıldır?
- 4) Güvenilir sayıları toplarken veya çıkarırken kural nedir? Çarpar ve bölerken kural nedir?
- 5) Metre çubuğu kullanarak ağaç bloğun enini, boyunu, kalınlığını, hacmini kaç güvenilir sayıya kadar ölçebilirsiniz?
- 6) Ne öğrendiğinizi Kısaca yazınız:

ÖLÇÜMLER	Deney Masası			
	Boy	En	Kalınlık	Hacim
1				
2				
3				
Ortalama				
Metrik Ölçüm				

B) İÇ ÇAP, DIŞ ÇAP, KALINLIK, ALAN VE HACİM ÖLÇÜMÜ

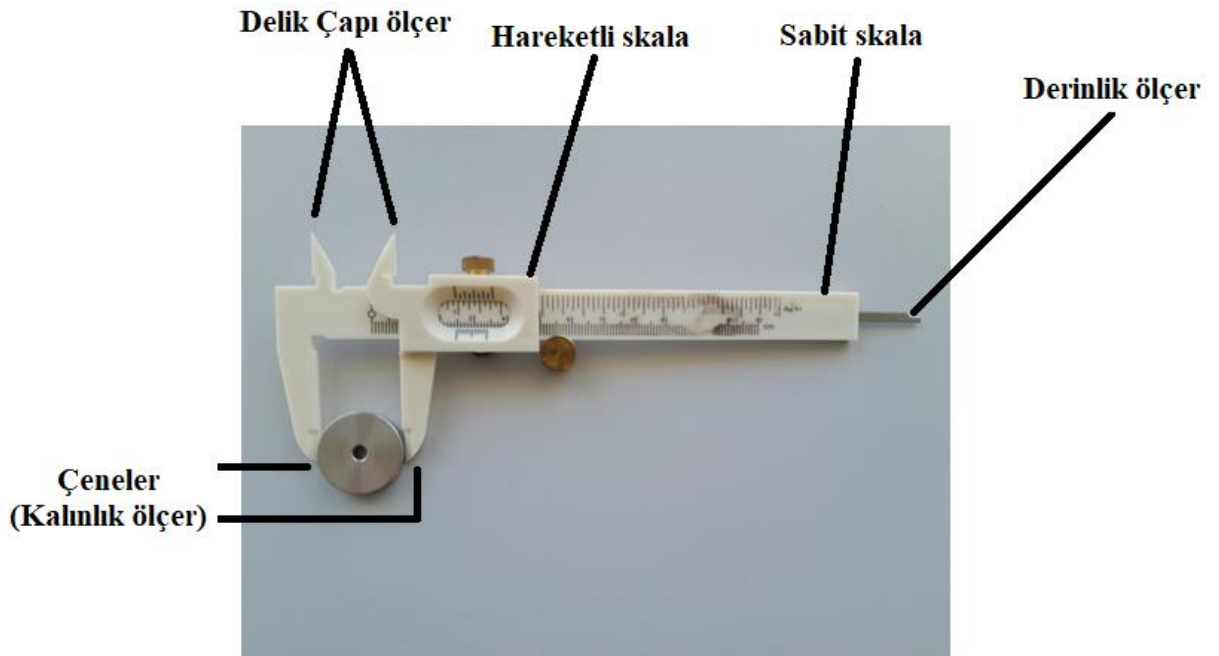
KUMPAS

- 1) Kumpası kullanmayı öğrenmek.
- 2) Kumpasla yapılan ölçmelerin duyarlılığını (hassaslığını) metreyle yapılan ölçmelerden elde edilen ölçümlerin duyarlılığı ile karşılaştırmak.

TEORİK BİLGİ

Kumpas iç ve dış uzunlukları yüksek doğrulukla ölçebilen uzunluk ölçüm aletidir. Endüstride oldukça kullanım alanı bulan kumpaslar, kullanım amaçlarına göre değişik şekil ve tiplerde üretilmektedir. Hassasiyeti, yapılan işe göre değişir.

Kumpas, şekli kabaca boru anahtarını andıran ve iki çenesi arasında kalan kısmı ölçen sürgülü bir alettir. İki metrik skalası vardır (Şekil 2), bunlardan biri sabit skala diğeri de hareketli skaladır. Sabit cetvel üzerinde gezen hareketli parçaya verniyer adı verilir. Sabit metrik skala santimetre ve milimetreler bölünmüştür. Hareketli skala üzerindeki dokuz milimetre de, onda bir milimetreler cinsinden gösterilmiştir.



Şekil 2. Kumpas

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Dikdörtgenler prizması şeklinde bir cismin boyutlarını yukarıda anlatıldığı gibi ölçün. Kumpası cismin farklı yerlerine koyarak ikişer ölçme yapın. Sonuçları çizelgeye yazın. Ortalama boy, en ve kalınlığı bulun. Cismin hacmini santimetre küp cinsinden hesaplayın. Ölçüm ve hesaplarınız da güvenilir sayılar kullanın.

2) Silindirin hacmi. Silindim hacmini bulmak için, çap ve yüksekliğim iki kez ölçün.

$$V = \frac{\pi hr^2}{4}$$

bağıntısından yararlanarak, güvenilir sayıları kullanarak, silindirin hacmini hesaplayın.

3) Aynı ölçmeleri metre çubuk ile yapın.

4. Ne Öğrendiğinizi Kısaca yazınız:

ÖLÇÜMLER	Blok				Silindir			
	Boy	En	Kalınlık	Hacim	Çap	Yükseklik	Hacim	Dış yüzey alanı
1								
2								
3								
Ortalama								
Metrik Ölçüm								

C) Maddenin Yoğunluğunun Ölçülmesi

Amaç:

Ölçü aletlerinden faydalanarak (verniyeli kumpas, cetvel, milimetrik kağıt, analitik/hassas terazi ve ölçülü kap) geometrik biçimli ve geometrik biçimli olmayan katıların kütle, hacim ve öz kütlelerinin tayin edilmesi.

Teorik Bilgi:

Kütle (m): Bir cismin değişmeyen madde miktarının ölçüsüdür. Bir cismin kütlesi nerede ve nasıl ölçüldüğüne bağlı olmaksızın sabittir. Maddeler hangi fiziksel halde olurlarsa olsunlar mutlaka bir kütleyle sahiptirler. SI (Uluslararası Birim Sisteminde) kütlenin birimi kilogramdır. Kısaca “kg” ile gösterilmektedir.

Hacim (v): Cismin uzayda kapladığı alandır. Herhangi bir cisim için ortamın sıcaklığına ve basıncına göre değişiklik gösterebilir. SI birim sistemine göre hacim ölçü birimi metreküp “m³” olarak tanımlanmaktadır.

Özkütle (yoğunluk) (d): Maddenin birim hacminin kütlesine o maddenin özkütlesi (yoğunluk) denir. Bir maddenin özkütlesi aşağıdaki formül ile bulunur.

$$d = \frac{m}{v}$$

1) Düzgün geometrik şekilli ve düzgün geometrik şekle sahip olmayan katıların kütlesi laboratuvar şartlarında hassas veya analitik teraziler kullanılarak belirlenebilir.



Şekil 3a: Hassas Terazi



Şekil 3b: Analitik Terazi

Kütlesi bilinen katıların, hacmi hesaplanarak yoğunluğu bulunabilmektedir. Düzgün geometrik şekle sahip olan katıların hacmi cetvel, kumpas veya mikrometre yardımıyla boyutları ölçülüp uygun matematiksel formüller ile hesaplanabilmektedir. Düzgün geometrik şekli olmayan katıların hacmi ise ölçülü kap ve özkütlesi bilinen bir sıvı (tercihen su) kullanılarak hesaplanabilir. Böylece, kütlesi ve hacmi bilinen katıların özkütlesi bulunabilmektedir.

DENEYİN YAPILIŞI

Düğü Geometrik Şekilli Katılar İçin:

1. Düğü geometrik şekilli katının kütlesi hassas terazi yardımıyla tartılır.
2. Hacim hesabı için milimetrik kağıt yardımıyla bir ayırıtının uzunluğu veya çapı için milimetrik kağıda 2 nokta işaretlenir.
3. Farklı çap veya ayırıt uzunluklarına sahip katılar için ölçümler tekrarlanır.
4. Hacim hesabı 1 nolu denklem ile hesaplanarak aşağıdaki tabloya kayıt edilir.
5. Deneysel hacim hesabı için, belirli hacimde su bulunan ölçülü kap üzerine, su seviyesi işaretlenir. Katı cisim içine bırakılır. Ölçülü silindir gözlenerek, hacimsel fark (son hacim-ilk hacim) katı cismin deneysel hacmini verecektir.
6. Kütlesi ve hacmi bilinen katı cisim için, 2 nolu denklemden, deneysel ve teorik yoğunluk hesaplanır.
7. Yüzde hata hesaplanır.
8. Elde edilen veriler elde edilen veriler aşağıdaki tabloya kayıt edilir.

Düğü Geometrik Şekilli Olmayan Katılar İçin.

1. Düğü geometrik şekilli olmayan katının kütlesi hassas terazide tartılır.
2. Belirli hacimde su bulunan ölçülü kap üzerine su seviyesi işaretlenir. Katı cisim içine bırakılır. Ölçülü silindir gözlenerek katı cisim+su hacmi işaretlenir, hacimsel fark (son hacim-ilk hacim) katı cismin hacmini verecektir.
3. Kütlesi ve hacmi bilinen katı cismin yoğunluğu 2 nolu denklem yardımıyla hesaplanır.
4. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloya kayıt edilir.

Sorular:

1) Düzgün geometrik şekilli katıların yoğunluk hesaplamalarında % hata oluştu mu? Eğer oluştuysa nelerden kaynaklanmaktadır açıklayınız?

2) Elde ettiğiniz kazanımları kısaca açıklayınız?

Düzgün Geometrik Şekilli Katılar İçin						
Silindir/Küre						
Ölçümler	Kütle	Teorik Hacim	Deneyisel Hacim	Teorik Yoğunluk	Deneyisel Yoğunluk	% Hata
1						
2						
3						
Ortlama						
Blok						
Ölçümler	Kütle	Teorik Hacim	Deneyisel Hacim	Teorik Yoğunluk	Deneyisel Yoğunluk	% Hata
1						
2						
3						
Düzgün Geometrik Şekilli Olmayan Katılar İçin						
No	Kütle	Deneyisel Hacim		Deneyisel Yoğunluk		
1						
2						
3						

DENEY: 2

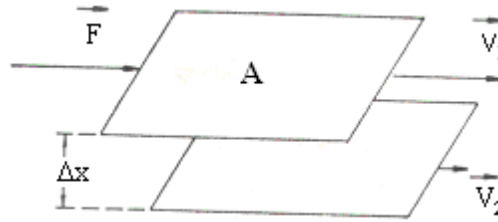
DENEY ADI: Sıvılarda İç Sürtünme (Viskozite) Ölçümü

DENEYİN AMACI: Sıvının viskozite değerinin Stokes metoduyla ölçülmesi.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇLAR: Su, Kumpas, Dereceli Kap, Elektronik Tartı, Bilye, Cetvel, Kronometre

TEORİK BİLGİ

Viskozite, farklı hıza sahip komşu sıvı tabakaları arasındaki iç sürtünmedir ve hareket halindeki sıvılarda veya bir sıvı ile temasta olan cisimlerin hareketlerinde önemli rol oynar. Şekil 1'deki gibi, bir sıvı içinde aralarındaki uzaklık Δx , karşılıklı yüzeyleri A olan birbirine paralel iki düzlem levha göz önüne alalım. Üstteki levhaya bir F kuvveti uygulayıp V_1 hızı kazandırdığımızda, iç sürtünme nedeniyle sıvı tabakaları da yukarıdan itibaren gittikçe azalan hızlar kazanarak alt levhayı en küçük V_2 hızıyla hareket ettirirler.



Şekil 1. Bir sıvı içerisinde iki düzlem levhanın hareketi

Bu levhalar arasında $\Delta v = V_2 - V_1$ hız farkı oluşturmak için mesela üsteki levhaya uygulanması gereken kuvvet;

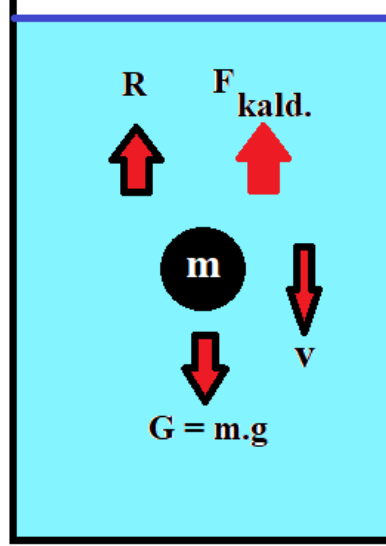
$$F = \eta \cdot \left(\frac{\Delta v}{\Delta x} \right) A$$

şeklinde ifade edilir. Burada η (eta) sıvının viskozite katsayısını temsil eder ve şöyle tarif edilebilir: aralarındaki uzaklık 1 cm olan 1 cm²'lik paralel iki sıvı tabakası arasında 1 cm/s'lik hız farkı meydana getiren kuvvet viskozite katsayısına sayıca eşittir. Buna göre η 'nın birimi [g/(cm.s)] olur ve Poiseuille'ün adına saygı amacıyla bu birime kısaca “poise” denir. MKS’de ise birimi kg/m.s (10 poise)’dir.

Viskozite katsayısı η olan bir sıvı içerisinde, r yarıçaplı bir bilye bırakılırsa Şekil 2’de de görüldüğü gibi bilye sabit v limit hızıyla düşerken bilyeye zıt doğrultuda bir R sürtünme kuvveti etki eder. Bu sürtünme kuvveti;

$$R=6.\pi \eta .v.r$$

ile ifade edilir. Bu ifade **Stokes Kanunu** olarak bilinir.



Şekil 2. Sıvı içerisinde düşen bilyeye etkiyen kuvvetler

Kuvvetlerin dinamik dengesi ele alındığında;

$$G=R + F_{kald.}$$

$$m_c.g= 6.\pi \eta .v.r + V.d_s.g$$

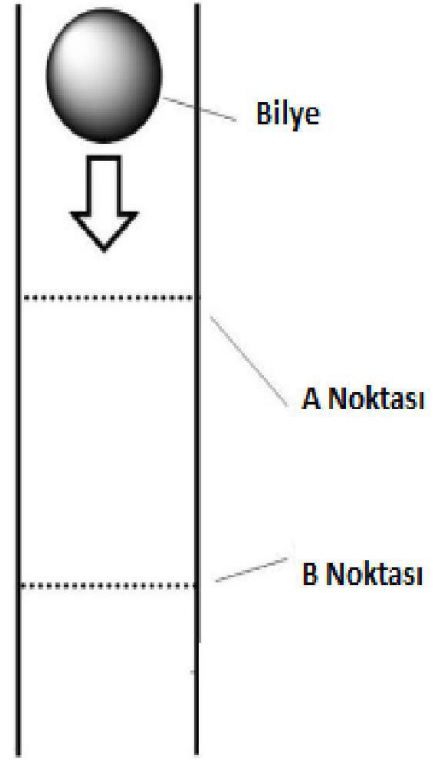
Cismin kütlesi $m_c=d_c V$ olarak alınıp hacmi yerine $V=(4/3) \pi r^3$ yazılırsa ara işlemlerden sonra elde edilen viskozite katsayısı;

$$\eta = \frac{2g}{9v} (d_c - d_s)r^2$$

bulunur.

DENEYİN YAPILIŞI

1. Deneyde kullanılacak bilyenin çapı bir kumpas yardımıyla ölçülür.
2. Viskozite katsayısı bulunacak sıvı, cam bir dereceli silindirin içine doldurulur. Silindir üzerinde belirlenen iki nokta arası bir cetvelle ölçülür ve 'h' yüksekliğini belirlenir.
3. Bilyeler sırayla sıvı üzerine yavaşça bırakılır ve ilk işaret çizgisine (A noktası) vardığı anda kronometre başlatılır. İkinci işaret çizgisine (B Noktası) ulaştığı anda da kronometre durdurulur ve bilyenin 'h' yüksekliğini ne kadar zamanda aldığı bulunur (t).
4. Bulunan t değerini kullanarak $V = h/t$ eşitliğinden, limit hız (v) değeri bulunur.
5. Aynı ölçüm 5 kez tekrarlanarak elde edilen limit hız değerinin aritmetik ortalaması alınır.
6. Limit hız ile birlikte yerçekimi ivmesi (g), cismin özkütlesi (d_c), sıvının özkütlesi (d_s) ve bilyenin yarıçap değerleri kullanılarak viskozite katsayısı hesaplanır.



Ölçüm	1	2	3	4	5
Limit Hız					

SORULAR

1. Viskozitenin bu değişkenlerden başka hangi fiziksel niceliklere bağlı olduğunu söyleyiniz.

Akışkanların viskozite değerlerini literatürden araştırarak suyun viskozite değeri ile karşılaştırınız.

DENEY:3

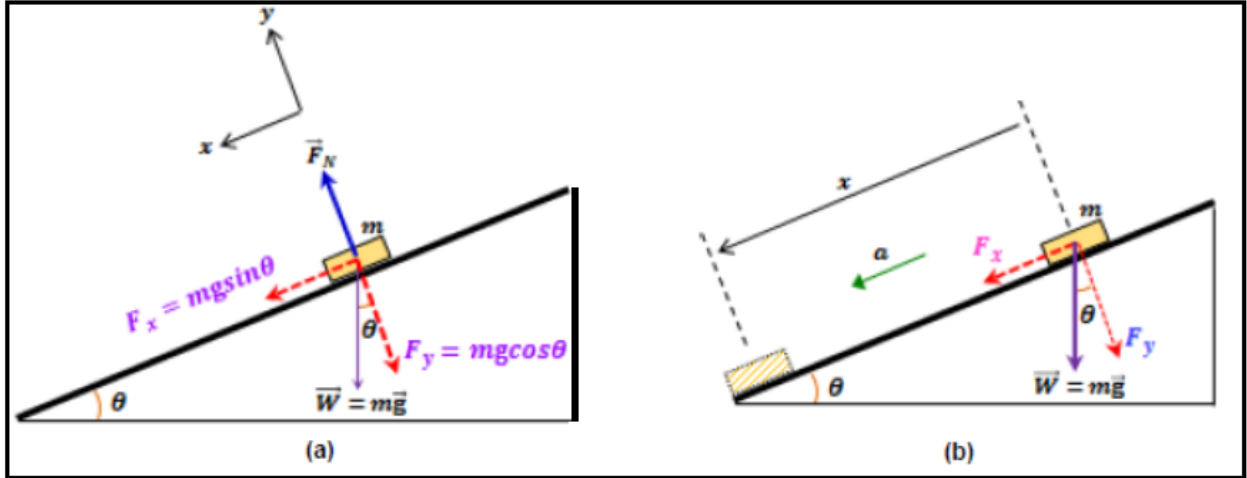
DENEY ADI: Eğik Düzlem

DENEYİN AMACI: Newton'un 2. yasası kullanılarak, sürtünmesiz eğik düzlemde hareket yapan bir cismin ivmesini belirlemek.

TEORİK BİLGİ

Şekil 1.a'da görülen sürtünmesiz, θ eğim açılı bir eğik düzlem üzerine m kütleli bir cisim (blok) konulmuştur. Yatayla θ açısı yapan sürtünmesiz bu eğik düzlem üzerindeki cisme etki eden kuvvetler, sadece cismin W ağırlığı ve cisme düzlemin uyguladığı F_N normal kuvettir. Cisim üzerine bir dış kuvvet etki etmiyor ise, bu cisim kendi ağırlığının etkisi ile eğik düzlem boyunca x yönünde hareket eder.

Eğim açısı θ olan sürtünmesiz eğik düzlemde m kütleli bu cisme ağırlığından dolayı etki eden $W=mg$ kuvveti θ açısı nedeni ile iki bileşene ayrılır. Cismin ağırlık kuvveti bileşenlerine ayrılırsa, eğik düzleme paralel (hareket doğrultusunda) ve dik (hareket doğrultusuna dik) bileşenleri aşağıda verildiği şekilde olur. Yüzeye dik olan tepki kuvveti F_N de kuvvetin F_y bileşenine eşit olur.



Şekil 1. Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde duran m kütleli bir cisim serbest bırakıldığında bu cisim üzerine etki eden kuvvetler (a) ve m kütleli cismin sürtünmesiz eğik düzlemde hareketi (b).

Şekil 1.b'de görüldüğü gibi sürtünmesiz eğik bir düzlemde, m kütleli cismi düzlem üzerinden aşağıya doğru hareket ettiren kuvvet (yani, cismi ivmelendiren kuvvet), cismin W ağırlığının eğik düzleme paralel bileşeni olan $F_x=mg\sin\theta$ kuvvetidir. Cismin üzerine etki eden net kuvvet bu cisme kuvvet yönünde sabit bir ivme kazandırır ve cisim düzgün doğrusal bir çizgide hareket eder. Cismin ivmesinin büyüklüğü, hareket ettiği eğik düzlemin eğim açısına (θ) bağlı olup, sabit ivmeli bu harekette hız, düzgün olarak değişir. Kuvvet ile ivme aynı yönde olup, kuvvetin büyüklüğü ile ivmenin büyüklüğü doğru orantılıdır.

Şekil 1.a'da gösterilen $F_x=mg\sin\theta$ yatay kuvveti (yani, kuvvetin x -bileşenini) cismi ivmelendiren kuvettir. Bu nedenle, yatayla θ açısı yapan sürtünmesiz bir eğik düzlem üzerinde cismin hareketinin ivmesi (a) için;

$$F_x=mg\sin\theta=ma \quad (1)$$

bağıntısı yazılır. Buradan, hareket eden cismin sürtünmesiz eğik düzlemdeki ivmesi (a);

$$a = g \sin \theta \quad (2)$$

eşitliği ile bulunur. Bu eşitlik, sabit ivmeli harekete teorik ivme değerini verecektir.

Cismin belirli bir zaman aralığında yer değiştirmesi, cismin son ve ilk konumları arasındaki fark olarak ifade edilir. Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden bir cismin t anındaki konumu (yer değiştirme) bağıntısı;

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (3)$$

bağıntısı ile verilir. Eğik düzlemde cismin t=0 anında başlangıç konumu $x_0 = 0$ (ilk konumu sıfır) ve başlangıç hızı $v_0 = 0$ (ilk hızı sıfır) olarak alınırsa, zamana bağlı olarak cismin yer değiştirmesi (cismin konumu);

$$x = \frac{1}{2} a t^2 \quad (4)$$

olacaktır. İlk hızsız harekete başlayan bir cismin belirli bir sabit yolu (x) alması için geçen zaman (t) LabQuest-2 tarafından ölçülürse, bu denklem yardımıyla ivmenin deneysel değeri de bulunabilir.

DENEYİN YAPILIŞI

1. Eğik düzlem deney düzeneği kurulur.
2. Eğik düzlemin eğim açısı ayarlanır. Cisim serbest bırakılarak LabQuest-2 tarafından okunan zaman kaydedilir.
3. Aynı durum farklı açı değerleri için de gerçekleştirilir.
4. Her bir açı değeri için tabloda verilenler doldurulur.
5. Elde edilen deneysel ivme ile teorik değer karşılaştırılarak yüzde hata hesaplanır.

Arabanın Kütlesi (m): 0.5 kg (500gr)

Ölçülen	Ölçülen		Kuvvet Sensörü	GRAFİK	DENEYSEL
Arabanın Kütlesi	Eğim Açısı		Gerilme Kuvveti	Eğim	Yerçekimi İvmesi
					$Eğim = mg$
$m(kg)$	$\theta(der)$	$\sin \theta$	$T(N)$	$Eğim(kg.m/s^2)$	$g(m/s^2)$
0.5 kg (500gr)					

DENEY:4

DENEY ADI: Yatay Atış

DENEYİN AMACI: Yatay olarak fırlatılan bir bilyenin yatay (x) ve düşey (y) hareketleri ayrı ayrı incelenerek, bu bilyenin ilk hızını belirlemek.

TEORİK BİLGİ

Yerden belli bir yükseklikten ilk hızla yatay olarak atılan cisimlerin yaptığı hareket yatay atış olarak tanımlanır. Yatay atış hareketinde menzil (x), namlu ile topun çarptığı yer arasındaki yatay uzaklıktır ve

$$x = v_0 \cdot t \quad (1)$$

ile hesaplanır. Burada v_0 topun ilk hızıdır ve t uçuş zamanıdır. Eğer top yatay olarak fırlatılırsa topun uçuş zamanı

$$t = x/v_0 \quad (2)$$

olacaktır. Topun t süresinde aldığı düşey mesafe ise

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (3)$$

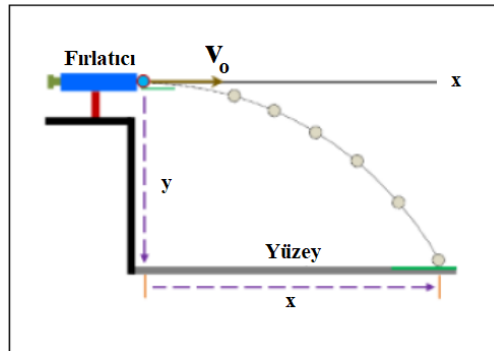
ile verilir. Burada g yerçekimi ivmesidir. Denklem (2), denklem (3)'de yerine yazılırsa

$$y = \left(\frac{g}{2v_0^2}\right)x^2 \quad (4)$$

elde edilir. Denklem (4)'den ilk hız çekilirse

$$v_0 = x \cdot \sqrt{\frac{g}{2y}} \quad (5)$$

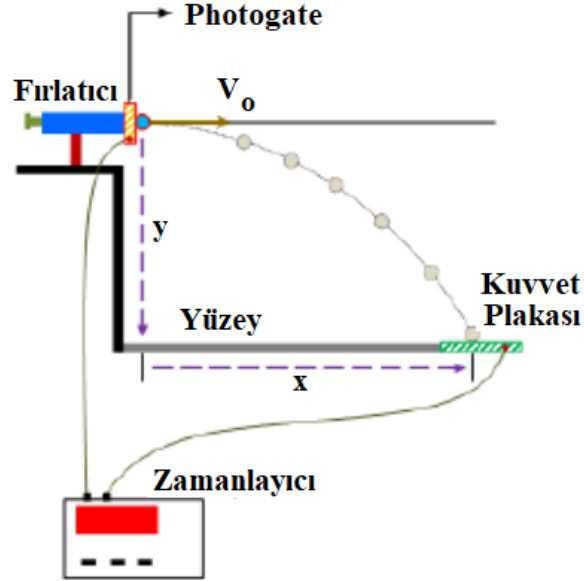
olarak bulunur.



Şekil 1. Yatay atış hareketi

DENEYİN YAPILIŞI

1. Deney düzeneğini Şekil 2’de gösterildiği gibi kurunuz.



Şekil 2. Fırlatılan cismin ilk hızı bulmak için kullanılan ışık kapısı (photogate) ve zamanlayıcının kurulumu.

2. Masadan yatay olarak fırlatılan bilyenin ilk hızını ölçmek için sadece bir ışık kapısı (photogate) kullanılacaktır. Işık kapısını fırlatıcı önüne yerleştiriniz.
3. Işık kapısı ve uçuş süresi plakasını (kuvvet plakasını), bağlantı kablolarını kullanarak zamanlayıcıya bağlayınız.
4. Fırlatıcının açısını yatay olarak sıfır dereceye ($\theta^0 = 0$) ayarlayın, böylece bilye yatay olarak fırlatılacaktır.
5. Çapı $R=15,85$ mm olan çelik bilyeyi fırlatıcıya yerleştirin ve kısa menzil ayarına getirerek uçuş süresi plakasını (kuvvet plakasını) bilyenin düştüğü noktaya yerleştirin.
6. Şimdi zamanlayıcıdaki “Başlat” düğmesine basarak bilyeyi atış mekanizmasından yatay olarak fırlatın ve zamanlayıcı ekranından, bilyenin ışık kapısı (photogate) içinden geçtiği zamanı (t_1) okuyun.
7. Fırlatılan bilye, ışık kapısı içerisinden geçerken (yani bilye photogate sensörünü kapattığı anda) t_1 ölçümü başlar ve bilye sensörden çıkışı anda durur. Böylece, blok zamanı (t_1), bilyenin aldığı “R” kadar mesafede geçen süredir.
8. Ölçülen t_1 zamanı ile bilyenin çapını (R) kullanarak, bilyenin ilk yatay hızını $v_0 = \frac{R}{t_1}$ eşitliğinden deneysel olarak hesaplayınız.
9. Yüzdelik farkı hesaplamak için, zamanlayıcı (deneysel değer) yardımı ile bulunan ilk hız ile Denklem (5) yardımıyla bulunan değeri karşılaştırın.

DENEY:5

DENEY ADI: Basit Sarkaç

DENEYİN AMACI: Basit sarkaçtan yararlanarak yerçekimi ivmesi değeri bulmak.

TEORİK BİLGİ

Basit sarkaçlar periyodik salınım hareketi yapan mekanik sistemlerdir. Bir basit sarkaç, sabit L-uzunluğunda ağırlığı önemsenmeyen bir tutucunun ucuna asılmış m-kütleli bir cisimden oluşur. Bir sarkaç sisteminde, sistemin basit sarkaç olabilmesi için her türlü sürtünmenin ve sistemde cismin (kütlenin) bağlı olduğu esnek olmayan sarkaç tutucusu ağırlığının ihmal edilmesi gerekir. Sarkaç tutucusunun üst ucu sabit olup, harmonik hareket düşey bir düzlemde (iki boyutlu x-y düzleminde) gerçekleşir. Kendini belirli bir zaman aralığında tekrar eden bu harekete, salınım hareketi veya basit harmonik hareket denir (Şekil-1).

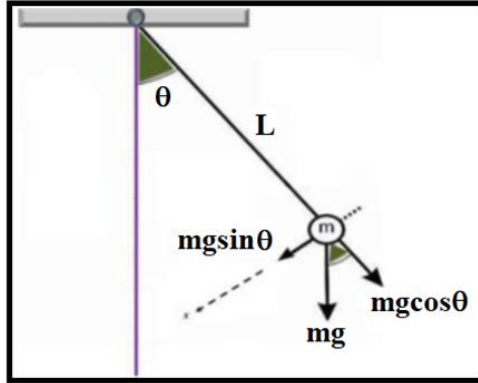
Harmonik hareket yapan bir cismin bir tam devrini tamamlaması için geçen zamana periyot (T) denir. Harmonik harekette bir diğer parametre frekanstır (f). Frekans; harmonik hareket yapan cismin birim zamanda yaptığı tur sayısıdır. Periyot ve frekans arasındaki bağıntı aşağıdaki gibidir.

$$T = \frac{1}{f} \quad (1)$$

Bir sarkacın açısal hızı (ω) ise, birim zamandaki radyan sayısı olup frekans ile bağıntısı aşağıda verilmiştir:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (2)$$

Basit sarkacın periyodunu detaylı olarak analiz etmek için sarkaç sisteminde geri çağırıcı kuvvetin (F_x) incelenmesi gerekir. Şekil-1’de görüldüğü gibi, kütlenin denge konumuna ($\theta=0^\circ$) geri çağırılmasında etkin olan bu kuvvet, iki boyutlu düzlemde salınım yapan m-kütleli cismin üzerine etki eden net kuvvetin x-yörüngesindeki bileşenidir (F_x). Bu kuvvetin geri çağırıcı olmasını mekanik sistemde salınım yapan m-kütleli bir cismin, yörüngesindeki denge konumunu geçerken yön değiştirmesinden anlayabiliriz. Salınım boyunca cisme etki eden bu kuvvet bileşeni, kütle hareket yörüngesinde denge konumuna doğru yönelmiş durumdadır.



Şekil 1: Basit sarkaç ile harmonik hareket.

Şekil-1’de:

m: Sarkaç tutucusunda salınım yapan cisim (kütle),

g: Yerçekimi ivmesi (m/s^2),

mg: Cismin sahip olduğu kütesinden dolayı, üzerine etki eden yerçekimi kuvveti,

L: Salınım yapan cismin sarkaç tutucusunun sabitlendiği noktaya olan uzaklığıdır.

Şekil-1 kullanılarak, salınım yapan m-kütleli bir cisme etki eden $F=mg$ kuvvetin, x-y koordinat sistemi düşünüldüğünde, x-yönündeki değeri:

$$F_x = -mg \sin \theta \quad (3)$$

olduğu görülür.

Küçük açılarda ($\theta \leq 10^\circ$) bir açının sinüsü yaklaşık olarak kendisine eşittir:

$$\sin \theta \sim \theta \quad (4)$$

Bu durumda, basit harmonik harekette cisme etki eden kuvvet:

$$F_x = -mg \theta \quad (5)$$

olarak bulunur.

Şekil-1’de görüldüğü gibi L uzunluğundaki sarkaç tutucusunun düşeyle küçük bir açı ($\theta \leq 10^\circ$) yaptığı düşünülürse bu durumda cismin yer değiştirme mesafesi (x), yaklaşık olarak $x = L \sin \theta \approx L \theta$ kadardır. Bu nedenle, basit harmonik harekette cismin aldığı yola, x dersek, bu hareketin açısal değeri (θ):

$$x = L \theta \rightarrow \theta = x / L \quad (6)$$

bulunur. Bu sonuç Eşitlik (5)’ de kullanıldığında, kütleyle etki eden kuvvet:

$$F_x = -mg \frac{x}{L} \quad (7)$$

olarak hesaplanır. Burada kuvvet sabiti

$$\frac{mg}{L} = k \quad (8)$$

olarak tanımlanır. Eşitlik (8)’de görüldüğü gibi küçük açılarda geri çağırıcı kuvvet (F_x), basit harmonik hareket yapan bir cismin yer değiştirme mesafesi olan, x ile doğru orantılıdır. Bunun yanında, basit harmonik hareket yapan bir cismin açısal hızı (ω), cismin kütlesine (m) ve cismin kütlesi üzerine etki eden kuvvet sabitine (k) bağlı bir fonksiyondur:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (\text{Basit Harmonik Hareket}) \quad (9)$$

Eşitlik (9)’ da verilen ifade, Eşitlik (10)’ da yerine konursa hareketin açısal hızı, ω ;

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (10)$$

olarak bulunur. Benzer şekilde sarkacın frekansı, f:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad (11)$$

ifadesiyle verilir. Eşitlik (10), Eşitlik (11)'de yerine konursa;

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (\text{Basit Harmonik Hareket}) \quad (12)$$

bulunur. Bir basit sarkacın periyodu, T:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (13)$$

olarak tanımlanır. Eşitlik (12)'de elde edilen ifade Eşitlik (13)'de kullanılırsa, basit sarkaçta oluşan harmonik hareketin periyodu:

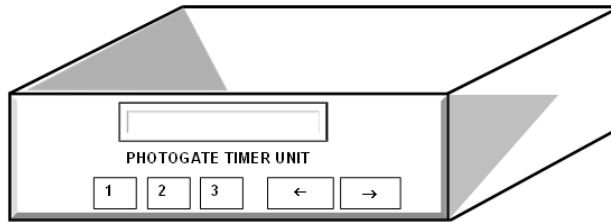
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (\text{Basit Sarkaç}) \quad (14)$$

hesaplanır.

DENEYİN YAPILIŞI

Test düzeneğinde kullanılan sensörlü zaman sayacı (Photogate Timer Unit) Şekil 2'de gösterilmiş, tuş fonksiyonları ise aşağıda verilmiştir;

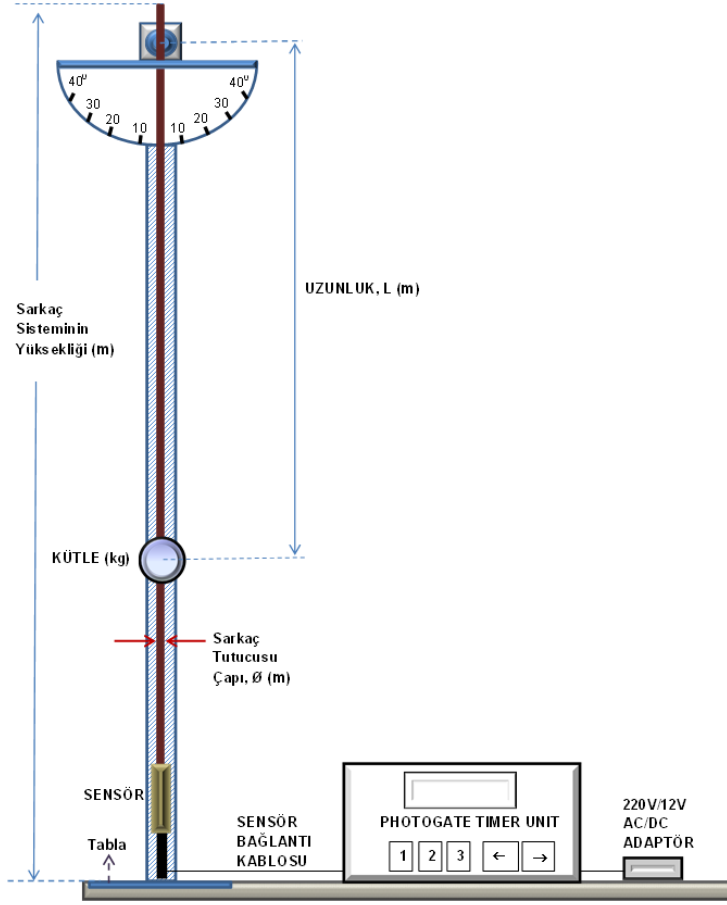
- 1-Nolu Tuş: Sarkaç tutucusu çapının bir kerelik denge noktasından (sensörden) geçiş süresini (t) verir.
- 2-Nolu Tuş: Yayların periyodunu (T) veya sarkaçlarda yarım periyot (T/2) değerini okur.
- 3-Nolu Tuş: Sarkaçta salınım yapan m-kütleli bir cismin periyodunu (T) ve aynı zamanda o cismin denge noktasından geçiş hızını (v) verir.
- 4-Nolu (←) ve 5-Nolu (→) tuşlar ise, 3-Nolu tuş tarafından veri okuması başlatılan bir deneyin, 10 periyotluk salınım sonucunda alınan periyotları (T1, T2, ...T10) ve hız verilerini (v1, v2,v10) ileri ve geri olarak gösterir.



Şekil-2: Sensörlü zaman sayacı.

1. Şekil 3'de verilen deney düzeneği kurulur.
2. Sarkaç tutucusuna, ağırlığı önceden ölçülen kütle takılır.
3. Sarkaç tutucusuna takılan m-kütlesinin ağırlık merkezinden (orta noktasından), sarkaç tutucusunun sabitlendiği noktaya kadar olan mesafe, L=50 cm (0.5m) olarak ayarlanır.
4. Sarkaç tutucusunun çap uzunluğu (Ø), mekanik olarak ölçülerek not edilir. Bu deneyde, sarkaç tutucusu çapı =6mm olarak ölçülmüştür.
5. Fotosensör zaman sayacı çalıştırılır.
6. Sarkaç denge noktasından ($\theta=0^0$), küçük bir açı ($\theta=10^0$) yapacak kadar saptırılıp serbest bırakılır.

7. Sarkaç salınım yaparken, fotosensör zaman sayacının 3-nolu portundan (tuşundan), periyot (T) ve cismin sarkaç denge noktasından geçiş hızı (v) okunarak not edilir.



Şekil 3: Basit sarkaç ile harmonik hareket deneyi test düzeneği.

8. 1-nolu port (tuş) kullanılarak, sarkaç tutucusu çap genişliğinin ($\emptyset$), sarkaç denge noktasından geçiş süresi (t_1) okunur ve not edilir.

- 8.1. 3-nolu tuştan okunan periyot (T) ve deney başında ölçülen sarkaç uzunluğu (L) değeri kullanılarak Eşitlik-(16)'dan yerçekimi ivmesi (g) deneysel olarak hesaplanır.
- 8.2. Deneysel hesaplanan yerçekimi ivmesi (g), beklenen (teorik) değeriyle karşılaştırılarak aradaki fark ve ölçüm belirsizliği ($\pm\%$) hesaplanır.
- 8.3. Deneysel okunan periyot'dan (T), sarkacın açısal hızı (ω) hesaplanır.
- 8.4. Açısal hız değeri kullanılarak, sarkacın frekansı (f) bulunur.
- 8.5. 1-nolu tuştan okunan sarkaç tutucusu geçiş süresi (t_1) ve mekanik olarak ölçülen sarkaç çap genişliği ($\emptyset$) değeri kullanılarak, sarkaç tutucusunun denge noktasından geçiş hızı (v_1) deneysel olarak hesaplanır. Hesaplanan bu geçiş hızı (v_1) değeri, 7-nolu basamakta okunan hız değeriyle karşılaştırılır.

9. Aynı işlemler sapma açısı $\theta=10^\circ$ de; farklı uzunluklar olan $L=60$ cm ve 65 cm için tekrar yapılarak ölçüm verileri toplanır.

10. Deney, sapma açısı $\theta=5^\circ$ alınarak, 1-8 basamakta verilen adımlar tekrarlanır.

11. Alınan ölçüm verileri işlenerek, Tablo-1, 2, 3, 4, 5 ve 6 doldurulur.

Tabloda kullanılan kısaltmalar:

θ : Sarkacın düşeyle yaptığı açı (der)

m : Sarkaçta salınım yapan cismin ağırlığı (kg)

L : Cismin sarkaç tutucusunun sabitlendiği noktaya olan mesafesi (m)

$\varnothing$: Sarkaç tutucusu çapı (m)

T : Sarkaç periyodu (sn)

v : Cismin denge konumundan geçiş hızı (m/sn)

t_1 : Sarkaç tutucusunun denge konumundan geçiş süresi (sn)

v_1 : Sarkaç tutucusunun denge konumundan geçiş hızı (m/sn)

g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

f : Sarkaç frekansı

ω : Sarkacın açısal hızı

Tablo-1: Basit Sarkaç Deneyi Ölçüm Veri ve Analiz Tablosu

θ (der)	m (kg)	L (m)	T (s)	v (m/s)	g (m/s^2)	g' (m/s^2)	g'' (m/s^2)
			Deneysel Okunan	Deneysel Okunan	Deneysel Hesaplanan	Beklenen (Teorik)	Fark
10		0.50					
		0.60					
		0.65					

Tablo-2: Basit Sarkaç Deneyi Ölçüm Veri ve Analiz Tablosu

θ (der)	m (kg)	L (m)	T (s)	v (m/s)	g (m/s^2)	g' (m/s^2)	g'' (m/s^2)
			Deneysel Okunan	Deneysel Okunan	Deneysel Hesaplanan	Beklenen (Teorik)	Fark
5		0.50					
		0.60					
		0.65					

DENEY:6

DENEY ADI: Düzgün Dairesel Hareket

DENEYİN AMACI: Düzgün dairesel hareket yapan bir cismin hareketinin incelenmesi ve merkezci kuvvetin bulunması.

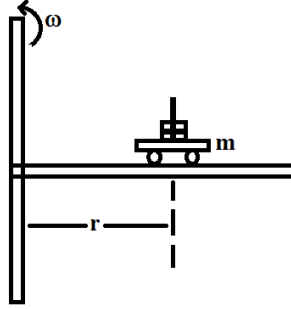
TEORİK BİLGİ

Boyutu ihmal edilecek kadar küçük olan yani noktasal olarak kabul edebileceğimiz bir taneciğin dairesel bir yol boyunca yapmış olduğu harekete dairesel hareket denir. Cisim eşit zaman aralıklarında eşit yay parçaları katediyorsa yani açısal hızın büyüklüğü sabitse hareketi düzgün dairesel harekettir. Düzgün dairesel hareket yapan bir cismin bir tam dolanımını gerçekleştirmesi için geçen süre periyot (T) olarak tanımlanır ve birimi saniyedir (s). Birim zamandaki dolanım sayısı ise frekans (f) olup birimi s^{-1} ya da Hertz(Hz) dir. Periyot ve frekans arasında ters orantılı bir ilişki olup $T=1/f$ şeklindedir.

Dairesel harekette hız kavramı, açısal hız ve çizgisel hız olarak ikiye ayrılır. Açısal hız birim zamanda açısal yer değiştirmedeki değişim olarak tanımlanır. Genellikle $\omega = 2\pi f$ şeklinde ifade edilir. Çizgisel hız, dairesel hareket boyunca yarıçap vektörüne dik ve büyüklüğü sabittir ve $v = \omega \cdot r$ şeklinde ifade edilir. Hızdaki değişimi veren merkezci ivme değeri, $a = v^2 / r$ şeklinde ifade edilirken Newton'un 2.yasası gereğince merkezci kuvvet $F = m \cdot a = m \cdot v^2 / r$ olur.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil 1'de görüldüğü gibi, m kütleli bir arabayı, başlangıçtan r kadar uzaklıkta bir konuma yerleştirildiğini ve yatay düzlemdeki dairesel yörüngede sabit hızla döndürüldüğünü varsayalım. Arabanın eylemsizliği, hareketin doğrusal bir yol boyunca kalmasını sağlamak eğilimindedir.



Şekil 1. Dairesel hareket deney düzeneği

1. Yolun üzerine arabayı hareketsiz durumda yerleştiriniz.
2. Arabanın kütesini tabloya kaydedin.
3. r uzaklığını ölçerek önce çizgisel ve açısal hızı hesaplayarak tabloya kaydedin.
4. Daha sonra merkezci ivmeyi bularak buradan merkezci kuvvet değerlerini tabloya kaydedin.
5. Aynı adımları arabanın kütesini ve frekans değerlerini değiştirerek tekrarlayın.

Arabanın Kütesi	Frekans	r uzaklığı	Açısal hız	Çizgisel hız	Merkezci ivme	Merkezci kuvvet

DENEY:7

DENEY ADI: Düzgün Doğrusal Hareket

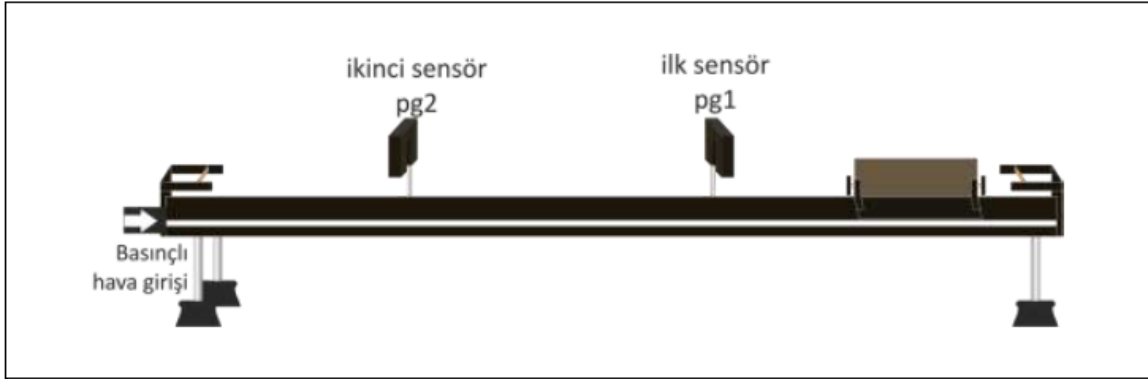
DENEYİN AMACI: Sabit hızlı düzgün doğrusal hareketin incelenerek ortalama hız değerlerinin belirlenmesi.

TEORİK BİLGİ

Sabit hızlı bir doğru boyunca hareket eden bir cismin hareketine düzgün doğrusal hareket denir. Cismin hızı sabit olması nedeniyle ivme de sıfırdır. Bir cisim düzgün doğrusal bir yolda hareket ettiğinde cismin konumunu, uygun koordinat sistemi kullanarak bir koordinat aracılığıyla belirli bir referans noktasına göre tanımlarız. Cismin hareketi, bir doğru boyunca bu referans noktasına (başlangıç noktasına) göre $-x$ eksen yönünde oluyorsa yer değiştirmesi negatif, $+x$ eksen yönünde ise pozitif olacaktır. Hareket eden cisim üzerine net bir dış kuvvet etki etmiyorsa, cisim düzgün doğrusal bir yolda sabit hızlı hareket eder.

Cisim, bir doğru boyunca x_1 konumundan x_2 konumuna hareket etmişse, hareket eden bu cismin ilk ve son konumu arasındaki fark (konumundaki değişim) yer değiştirme olarak tanımlanır. Yani, cismin yer değiştirmesi konumunun değişmesidir. Belirli bir zaman aralığı $\Delta t = t_2 - t_1$ boyunca cismin ortalama hızı (v_{ort}), yer değiştirmesinin zaman aralığına bölümüne eşittir ($v_{ort} = \Delta x / \Delta t$).

DENEYİN YAPILIŞI



Şekil 1. Sabit hızlı hareket deneyi için hava rayının şeması.

1. Hava rayı düz bir zemin üzerine yerleştirildikten sonra basınçlı hava kaynağının hava rayı ile bağlantısı yapılır.
2. Basınçlı hava kaynağını açılır, hava rayının ayaklarıyla oynayarak kazağın hareketsiz kalması sağlanır. Böylece hava rayını tam olarak yatay bir konum alması sağlanmış olur.
3. Sensörler (photogate-1 ve 2) hava rayının üzerine sabitlenir. Sensörler arası mesafe (yani, kazağın alacağı yol) ray üzerindeki şerit metre yardımıyla ayarlanır.
 - 3.1. Hareket yönüne göre 1.sensör ile hareketin başlatıldığı (hafif bir itme ile kazağın harekete başlatıldığı) yer arasında belirli bir mesafe (20 cm'den büyük) kalacak şekilde 1.sensörün yeri sabitlenir.
 - 3.2. Düzenekte 2.sensör, hareket sonunda kazağın tamamıyla sensörden çıkmış olmasını sağlayacak şekilde bir yere sabitlenir.
4. Sensörler ve arayüz arasındaki bağlantıyı yapılır.
5. Ara-yüz **MODE-1** konumuna alınarak sabit hızlı hareket için ölçüm verileri almaya hazır hale getirilir. Ara-yüz verileri;

t1: Kızağın 1. sensörden geçme süresi,
t2: Kızağın iki sensör arasındaki mesafeyi alma süresi,
t3: Kızağın 2.sensörden geçme süresi.
olarak tanımlıdır.

6. Ray üzerindeki kızağa ilk hız verilerek kızağın sabit hızlı hareket yapması sağlanır.

6.1. Kızağa anlık bir itme ile ilk hız vererek 1.sensöre girmesinden önce kızağın sabit hızlı hareketli olmasına önemle dikkat edilmelidir.

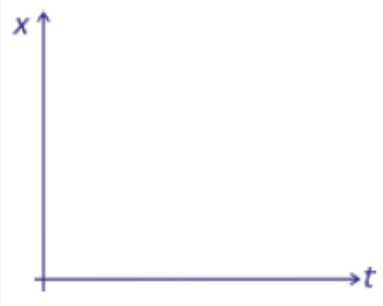
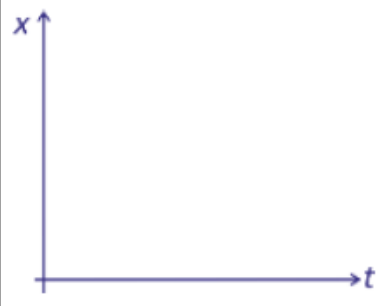
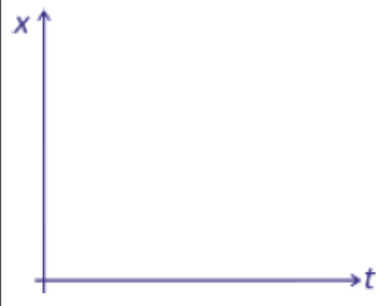
6.2. Kızak iki sensörden de geçtikten sonra ara-yüz üzerindeki veriler deney raporuna not edilir.

6.3. Kızak iki sensörden de geçtikten sonra ara-yüz üzerindeki sonuçları, sensörler arası mesafeyi (L_s) ve kızak boyu (L_k) gibi gerekli bilgiler not edilir.

7. Ölçüm verilerinden kızağın hızı bulunur.

L_k = Kızak Boyu=

L_s = Sensörler Arası Mesafe=

Deneme1		Deneme2		Deneme3	
t1=.....	Δx_1 =.....	t1=.....	Δx_1 =.....	t1=.....	Δx_1 =.....
t2=.....	Δx_2 =.....	t2=.....	Δx_2 =.....	t2=.....	Δx_2 =.....
t3=.....	Δx_3 =.....	t3=.....	Δx_3 =.....	t3=.....	Δx_3 =.....
					
V=.....		V=.....		V=.....	

DENEY:8**DENEY ADI:** Momentumun Korunumu**DENEYİN AMACI:** Elastik çarpışmada momentum korunumunun incelenmesi.**TEORİK BİLGİ**

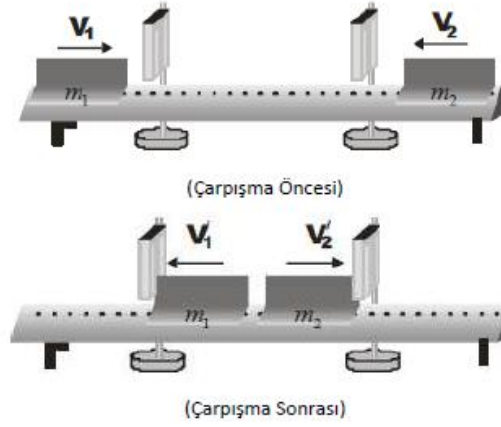
Kütlesi m olan bir cismin momentumu (p); kütlesi (m) ile hızının (v) çarpımı olarak verilir.

$$P = m.v \quad (1)$$

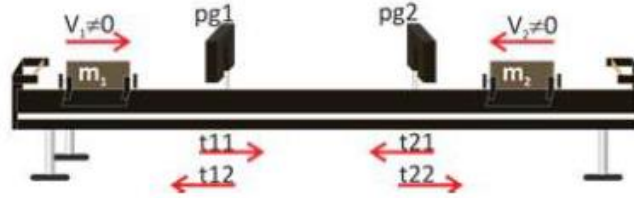
Momentum cismin hızı ile aynı yönde bir vektör nicelik olduğu için, cismin momentumunu da bileşenleri cinsinden ifade etmeliyiz. Eğer cismin hız bileşenleri v_x ve v_y ise, momentum bileşenleri de sırasıyla $p_x = m.v_x$ ve $p_y = m.v_y$ olarak ifade edilir. Eğer hiçbir dış kuvvet yoksa (sistem üzerinde net dış kuvvet sıfırsa), sistemin toplam momentumu (sistemi oluşturan her bir cismin momentumunun vektör toplamı) sabittir veya korunur. Diğer bir ifadeyle, cisimlerin oluşturduğu sistemde net dış kuvvet sıfır ise, toplam momentum sabit kalır. Yani, toplam momentumun her bir bileşeni ayrı ayrı korunur. Bu, momentumun korunumu yasasıdır ve yalıtılmış (izole) sistemlerde cisimlerin toplam momentumu sabit kalır. Momentum korunumu her zaman dış kuvvetlerin etkisinin olmadığı müddetçe geçerlidir. Esnek ve tamamen esnek olmayan çarpışmaların ikisinde de iki cisimli sistemin toplam momentumu korunur. Bu nedenle, iki cismin ilk momentumlarının toplamı son momentumlarının toplamına her zaman eşittir. Bu nedenle, dış kuvvetlerin ihmal edildiği herhangi bir çarpışmada, momentumun korunduğu ve çarpışmadan önceki toplam momentumun çarpışmadan sonrakine eşit olduğu unutulmamalıdır.

DENEYİN YAPILIŞI

1. Hava rayı düz bir zemin üzerine yatay bir konumda yerleştirilir.
2. Deney düzeneğinde kullanılacak sensörler hava rayının üzerine sabitlenir. Ray üzerine yerleştirilen sensörler arası mesafe kızakların çarpışmasının gerçekleşmesi için yeterli bir mesafe olmalıdır (kesinlikle iki kızak boyundan büyük olmalıdır).
3. Hava rayı düz bir zemin üzerine yerleştirdikten sonra basınçlı hava kaynağının hava rayı ile bağlantısı yapılır.
4. Basınçlı hava kaynağı açılır. Kesinlikle hava kaynağı çalıştırılmadan kızaklar ray üzerinde hareket ettirilmemelidir. Ray ve kızak, oluşan sürtünmeden zarar görebilir.
5. Ara-yüzü MODE-2 konumuna getirilerek elastik çarpışma verileri alınmaya hazır hale getirilir. Ara yüz verileri;
t11: Birinci sensörden geçen ilk kızığın geçiş süresini,
t12: Birinci sensörden geçen ilk kızığın tekrar geçiş süresini,
t21: İkinci sensörden geçen ikinci kızığın ilk geçiş süresini,
t22: İkinci sensörden geçen ikinci kızığın tekrar geçiş süresini verir (çarpışmadan sonra).
6. İki tane kızak alınır ve bunların kütleleri ölçülür (kızakların kütleleri yaklaşık olarak aynıdır).
7. Şimdi, eşit kütleli kızakların her ikisine de aynı anda kuvvet uygulayarak ilk hız kazanmalarını sağlanır.
8. Uygun ilk hızlar ile harekete başlatılan kızaklar sensörlerin arasında bir yerde çarpıştıktan sonra ilk hızlarına ters yönde hareket edeceklerdir;



Buna göre sensörlerden okunan ilk süre değerleri t_{11} ve t_{21} kızıakların çarpışmadan önceki hızını hesaplamak için kullanılacaktır. Aynı şekilde t_{12} ve t_{22} süreleri ise çarpışma sonrası hızlarının hesabına kullanılacaktır.



		Hızı	Momentumu
$m_1 = \dots\dots$	$t_{11} = \dots\dots$	$V_1 = \dots\dots$	
$m_2 = \dots\dots$	$t_{12} = \dots\dots$	$V_2 = \dots\dots$	
$I_{kızak} = \dots\dots$	$t_{21} = \dots\dots$	$V'_1 = \dots\dots$	
	$t_{22} = \dots\dots$	$V'_2 = \dots\dots$	