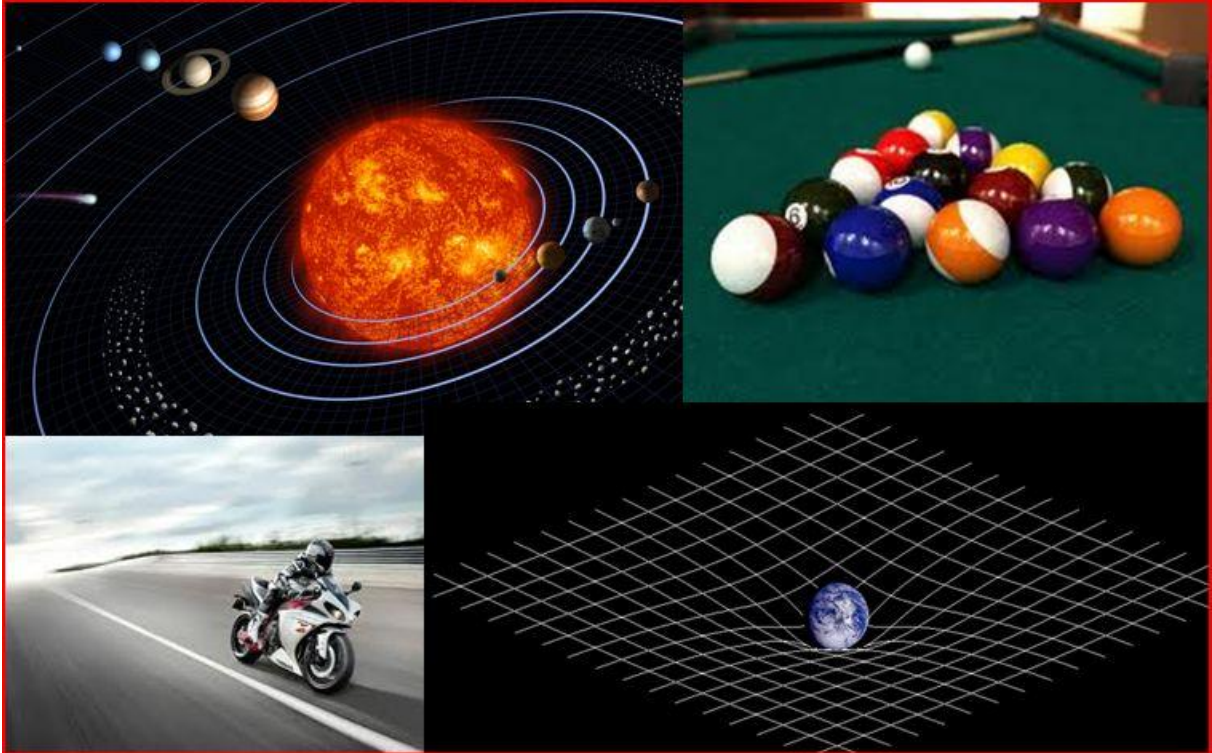




ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ
DERS NOTU



MEKANİK LABORATUVARI



HAZIRLAYANLAR

Arş. Gör. İlker ÖZŞAHİN, Arş. Gör. Gönül AKÇA, Ali ÇETİNKAYA, Şevket ŞİMŞEK

Ayşe AKYOL, Deniz TAKCI, Birsen KESİK, Gülay ALTINDEMİR

ADANA - 2010

ÖNSÖZ

Temel bilimlerin deneysel çalışma olmadan gerçeklik kazanması düşünülemez. Fizik öğrenmek, doğayı anlamak, ancak deneyle mümkündür. Fizikteki kuramları test etmenin bir yolu da deney yapmaktır. Deney, ayrıca bilimi geliştiren temel unsurlardan birisidir.

Mekanik laboratuvarı birinci sınıf öğrencilerinin alması gereken fizik laboratuvarıdır. Bazı deneyler gösteri deneyi şeklinde ve günlük yaşantınızdan örneklerle dolu olacak, böylece temel fizik yasalarını eğlenerek öğreneceksiniz.

Yapacağımız deneylerde birçok elektronik ölçüm aletleri, devre elemanları ve elektriksel güç kaynakları kullanacaksınız. Bu nedenle hem deney araç ve gereçlerini özenli kullanmanız, hem de bu deney aletlerinin sizden sonra gelecek öğrencilere sağlam bir şekilde devretmeniz büyük önem taşımaktadır. Dersten yüksek verim almak için bilinçli deney yapmak çok önemlidir. Yapacağınız deney için mutlaka ön çalışma konusunu okuyup gelmeniz ve konu ile ilgili soruları yanıtlamak için çeşitli kaynaklardan faydalanarak hazırlık yapmanız gerekmektedir. Deneyi sadece aletlerle değil, mutlaka akıl ve mantığınızla, düşünerek yapınız.

Fiziksel kavramları bilincinize yerleşikçe ve yasalar arasında bağlantı kurmaya başladıkça, çevrenizde olup biten doğal ve yapay olayları yorumlayabildiğinizi ve bunun size ne kadar büyük bir zevk verdiğini keşfedeceksiniz. İşte o zaman fen okuryazarı olacak ve öğrendiğiniz, öğreneceğiniz, yaptığınız ve yapacağınız şeylere değer vereceksiniz.

MEKANİK LABORATUVAR KURALLARI

1. Derslere, başlangıç saatinden 15 dakikadan daha geç gelen öğrenciler, o laboratuvar çalışmasına alınmaz.
2. Her öğrenci internette ve panolarda ilan edilecek gruplarla birlikte derslere katılmak zorundadır. Önemli bir mazereti olmadığı sürece grup değişikliği asla yapılmayacaktır.
3. Öğrenciler laboratuvar ders notlarına bölümün internet sayfasında ulaşabilirler. Öğrenciler derslere gelirken bu ders notlarının çıktısını getirmekle yükümlüdür. Ders notları olmayan öğrenciler o derse asla kabul edilmeyecektir.
4. Öğrencilerin devamsızlıkları, bir dönemdeki toplam deney saatlerinin %20' sinden fazla olamaz. Mazeretsiz olarak %20' den fazla devamsızlık yapan öğrenciler devamsızlıktan kalırlar.
5. Her öğrenci o gün yapacağı deneyi kavrayabilmek ve deneyi sağlıklı ve hızlı bir şekilde yapabilmek için hazırlıklı gelmek zorundadır. Föyünüzde o haftaki deneyle ilgili "Ön Çalışmalar" kısmını okuyup size yönlendirilen soruları doldurmanız gerekmektedir. Her hafta yapacağınız deneylerle ilgili olarak derse başlamadan önce küçük bir sınav yapılacaktır. Doldurduğunuz ön çalışmalar kısmı ve yapılan quiz sınavı her deneyin başında laboratuvar görevlileri tarafından kontrol edilecek ve alacağınız rapor notuna belirli oranlarda etki edecektir.
6. Öğrencilerin dönem sonunda alacağı ders notuna, deney başlangıcında yapılacak quiz, deney esnasındaki performansı rapor notları ve dönem sonunda yapılacak final sınavı notları belirli oranlarda etki edecektir. Bu oranlar dönem başında laboratuvar görevlileri tarafından sizlere duyurulacaktır. Her hafta aldığınız notlar internet üzerinden ve diğer hafta ders başlangıcında sizlere ilan edilecektir.
7. İlk ders saatinde, dönem boyunca kullanacağınız deney araç ve gereçlerinin kullanım amacı ve nasıl kullanılacağı sizlere öğretilenektir. Deneylerde, elektrik gerilimi, ufak ve çabuk zarar görebilen devre elemanları ve hassas düzenekler mevcuttur. Bu nedenle kullanacağınız deney aletlerine zarar vermemek için, deney düzenegini dikkatli bir şekilde kurduktan sonra devreye güç vermeden laboratuvar görevlilerine devreyi kontrol ettirmeniz çok önemlidir.
8. Her öğrenci deneyi bitirdikten sonra deney föyünde bulunan rapor kısmını ders saati içinde dolduracak ve ders saati sonunda laboratuvar görevlilerine teslim edecektir. Bu nedenle her öğrencinin deneye gelirken o deneyle ilgili getirmesi gereken hesaplama ve ölçüm araçlarını yanında bulundurması zorunludur.
9. Laboratuvar görevlileri tarafından gerekli görülürse, belirlenen bir günde belirli sayıda deney için, mazeretli öğrencilere telafi hakkı verilecektir.

ÖLÇME, BELİRSİZLİK ve ANLAMLI RAKAMLAR

Etrafımızdaki dünyayı anlamak için yapılan araştırmalarda bilim insanları ölçülebilen fiziksel nicelikler arasındaki ilişkiyi bulmak ister. Ölçümler fiziğin önemli bir kısmıdır fakat hiçbir ölçüm mutlak kesinlikte değildir. Her ölçüme bağlı bir belirsizlikler vardır. Belirsizlik, ölçümü yapan kişinin hatası, ölçüm aletinin hassasiyetinin sınırlı olması gibi nedenlerden kaynaklanabilir.

Örneğin bir tahta parçasının genişliğini ölçerken, en küçük bölmesi 1mm olan bir cetvel kullanıyorsanız, sonucunuzun 1mm kadar duyarlı olduğunu iddia edersiniz. Tahtanın genişliğini 5.6 cm olarak bulduğunuzda, bunu 5.6 ± 0.1 cm olarak ifade edebilirsiniz. Buradaki 0.1 belirsizliktir. Bunun anlamı, genişlik büyük olasılıkla 5.5 cm ile 5.7 cm arasındadır demektir.

Ölçülen değerdeki belirsizlik açıkça belirtilmemiş olabilir. Bu durumda belirsizliğin genellikle en son basamaktaki bir veya birkaç birime eşit olduğu varsayılır. Örneğin uzunluk 5.6 cm olarak verilmişse, belirsizliğin 0.1 cm veya 0.2 cm olduğu farz edilir. Eğer 5.6 yerine 5.60 yazılmışsa bu belirsizliğin 0.01 cm olduğu anlamına gelir. Yani gerçek değer 5.5 ile 5.7 arasında olduğunu bilinmesine rağmen, onun muhtemelen 5.59 ile 5.61 arasında olduğu ifade edilmiş olur. Bir sayının güvenilirliği bilinen rakamlarının sayısı anlamlı rakam sayısı olarak adlandırılır.

Örnekler

5327 sayısında, 4 anlamlı rakam

0.035 sayısında 2 anlamlı rakam

50.0 sayısında 3 anlamlı rakam vardır.

Hesaplamalarda anlamlı rakamlar

Ölçüm ya da hesap yaparken son cevapta geçerli olandan daha fazla anlamlı rakam bulundurma isteğinden kaçınılmalıdır. Bu yüzden hesaplama yaparken belirsizliklerin ayrıntılı bir biçimde düşünülmediği durumlarda kaba olarak geliştirilmiş genel bir kural vardır. Çarpma ya da bölme işlemi yapılırken sonucun sadece yapılan hesaplamada kullanılan en az anlamlı rakama sahip olan sayıncı kadar olmalıdır. Toplama ve çıkarma işlemlerinde sonuçtaki ondalık basamak sayısı toplamdaki herhangi bir terimin en küçük ondalık basamak sayısına eşit olmalıdır.

Örneğin dikdörtgen biçimindeki tarlasının çevresini ve alanını ölçmek istiyoruz. Uzun kenarı 38.44 m, kısa kenarı 19.5 m olsun. İlk olarak çevresini hesaplayalım.

$$38.44+38.44+19.5+19.5=115.88 \text{ m}$$

Bu cevaptaki hassasiyet 0.01 m dir. Fakat gerçek cevabın 0.01 m hassasiyette olmadığı açıktır. Cevabın en fazla 0.1 m veya 0.2 m belirsizlikle 115.9 olduğunu söyleyebiliriz.

Şimdi bu tarlanın alanını hesaplayalım.

$$38.44 \times 19.5 = 749.58 \text{ m}^2$$

Buradaki belirsizlik te 0.01 değildir. Dolayısıyla bu sayı (anlamli rakamlarla çarpma işlemi kuralı hatırlanarak) 750 ye yuvarlanmalıdır.

Yuvarlama, en küçük anlamli sayının sağındaki sayı beşe eşit veya beşten büyükse en küçük anlamli rakamın değeri bir arttırılır. Örneğin, anlamli rakam sayısı iki olan 7.54 sayısındaki 4 sayısı atılarak 7.5 yazılır. Eğer iki anlamli rakama sahip sayıda sonuç 7.55 ise, bu yuvarlanarak 7.6 yazılır.

Soru: 4.5 cm ve 3.25 cm lik kenarlara sahip bir dikdörtgenin alanı hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir? İşlem yaparak gösteriniz.

a) 14.625 cm^2

b) 14.63 cm^2

c) 14.6 cm^2

d) 15 cm^2

Bilimsel Gösterim

Yaygın olarak sayıları 10'un kuvveti yada bilimsel gösterimle yazarız. Örneğin 36,900 sayısını 3.69×10^4 veya 0.0021 sayısını 2.1×10^{-3} olarak yazarız. Bilimsel gösterimin bir avantajı, anlamli rakam sayısını açıkça ifade etmesidir. 36,900 sayısının kaç anlamli rakama sahip olduğu açık değildir. 10'un kuvvetleri şeklinde yazarsak bu belirsizlikten kurtulmak mümkün olabilir. 3.69×10^4 sayısının 3 tane, 3.690×10^4 sayısının da 4 tane anlamli rakamı vardır.

Soru: Aşağıdaki sayıların her birini bilimsel gösterimle yazınız ve anlamli rakam sayılarını belirtiniz.

a) 0.0258 =

b) 42,300 =

c) 344.50 =

Alıştırma: Şimdi kenar uzunlukları $a=3.1$ cm, $b=119.2$ cm ve $c=0.5$ cm olan dikdörtgenler prizması şeklindeki bir cismin yüzey alanları toplamını ve hacmini hesaplayalım.

$$a=3.1 \text{ cm (2 anlamlı sayı)}$$

$$b=119.2 \text{ cm (4 anlamlı sayı)}$$

$$h= 0.5 \text{ cm (1 anlamlı sayı)}$$

Not: Anlamlı rakam sayısını elde etme işlemi, üç çarpma işlemi yaptıktan sonra çarptığınız üç sayı arasında en az anlamlı rakama sahip olan sayının anlamlı rakam sayısına göre yapınız.

$$V=3.1 \times 119.2 \times 0.5 \quad 3.1 \times 119.2=369.52 \quad 369.52 \times 0.5=184.76 \text{ cm}^3 \text{ (5 anlamlı rakam)}$$

Sonuç, 1 anlamlı rakam olmalı ve yuvarlama yapılmalı; “1” rakamından bir önceki rakam (8), 5 ten büyük olduğu için “1” rakamı “2” rakamına yuvarlanır. Sayının değerini koruma için, sayı 1 anlamlı rakam içerecek biçimde üstel şekilde yazılır.

$$V=2 \times 10^2 \text{ cm}^3 \text{ olur.}$$

$$YA=2(ab+bc+ac);$$

$$axb=3.1 \times 119.2=359.52 \text{ (5)} ; 3.6 \times 10^2 \text{ cm}^2 \text{ (2 anlamlı sayı)}$$

$$bxh=119.2 \times 0.5=59.6 \text{ (3)} ; 0.6 \times 10^2 \text{ cm}^2 \text{ (1 anlamlı sayı)}$$

$$axh=3.1 \times 119.2=369.52 \text{ (5)} ; 3.7 \times 10^2 \text{ cm}^2 \text{ (2 anlamlı sayı)}$$

$$YA= 2(3.6 \times 10^2 + 0.6 \times 10^2 + 3.7 \times 10^2) = 1.6 \times 10^3 \text{ cm}^2 \text{ (2 anlamlı sayı)}$$

Böyle işlemlerde toplama yapabilmek için 10^3 'ün kuvveti şeklindeki çarpanlar aynı olmalı. Ayrıca bir sayıyı sabit bir sayıyla çarparsak, anlamlı rakam sayısı değişmez.

Birimler ve SI Sistemi

Fizik yasaları temel büyüklükler cinsinden ifade edilir. Ölçme; birim kullanılarak bir büyüklüğün rakamlarla ifade edilmesidir. Bütün fiziksel ölçümleri tanımlamak için gerekli sadece 7 tane temel fiziksel özellik vardır. Bunlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Mekanikte üç temel büyüklük vardır. Bunlar uzunluk (L), zaman (T) ve kütle (M) dir. Bugün dünyada kullanılan sadece iki temel ölçüm sistemi vardır. Bilimde genellikle ve yaygın olarak kullanılan Uluslararası Birim Sistemi (Fransızca: *Système international d'unités*, kısaca SI/ MKS) ‘dir. Temel olarak Birleşik Devletlerde kullanılan ikinci sistem İngiliz Sistemidir (CGS).

Nicelik	Birim	Sembol
Uzunluk	Metre	m
Zaman	Saniye	s
Kütle	Kilogram	kg
Elektrik Akımı	Amper	A
Sıcaklık	Kelvin	K
Madde Miktarı	Mol	mol
Işık Şiddeti	Kandil	cd

Birim dönüştürme

Çoğunlukla bir nicelik belli bir birim sisteminde verilir ama biz onu başka bir birim sisteminde ifade etmek isteriz. Örneğin bir masayı 21.5 inç genişliğinde ölçtüğümüzü ve bunu santimetre ile ifade etmek istediğimizi varsayalım. Bu durumda şu işlemi yapmak gerekir:

$$1 \text{ inç} = 2.54 \text{ cm}$$

$$21.5 \text{ inç} = 21.5 \cancel{\text{ inç}} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{\cancel{1 \text{ inç}}} = 54.6 \text{ cm}$$

Örnekler

1) 57.5 cm kaç m dir?

$$57.5 \cancel{\text{ cm}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{ cm}}} = 0.575 \text{ m}$$

2) $5 \times 10^{-7} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ kaç $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ tir?

$$5 \times 10^{-7} \cancel{\frac{\text{m}}{\text{s}}} \times \frac{1 \text{ km}}{\cancel{1000 \text{ m}}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 18 \times 10^{-7} \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Grafik Çizme

Grafikler, deney verilerinin iki boyutlu olarak görsel hale getirilmesiyle aralarındaki ilişkinin daha net görülebildiği ve yapılmayan denemelerin de tahmin edilebilmesine olanak sağlayan ölçekli çizimlerdir. Verilerin düzenlenmesinde, yorumlanmasında ve sunulmasında grafikler kolaylık ve anlaşılabilirlik sağlar. Grafiklerin kullanımı sadece fen ve matematikle ilgili alanlarla kısıtlı olmayıp, sosyal ve ekonomi ile ilgili alanlarda da önemli bir yer tutmaktadır.

Grafik Çizerken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Grafik Alanı ve Eksenler

- ✓ Grafik kağıdının uygun görülen miktarı kullanılır.

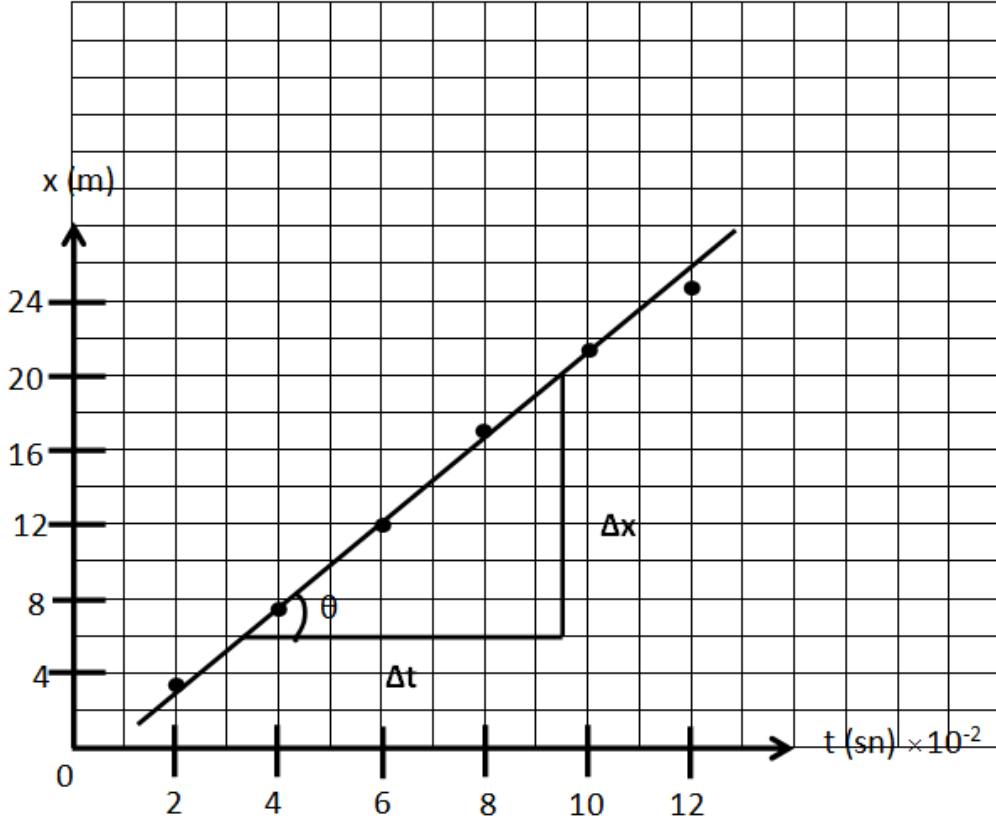
- ✓ Grafik kağıdına yatay ve dikey eksenler birbirine yakın ölçülerde cetvelle çizilir. Aksi belirtilmedikçe, yatay eksen bağımsız değişken, dikey eksen ise bağımlı değişken verilerini göstermelidir.
- ✓ Eksenlerin uçlarına ok çizilir ve ilgili değişkenin **adı veya sembolü ile birimi yazılır.**
- ✓ Gerekli taktirde, eksenin başına birim yazılırken, değerler uygun bir katsayı ile çarpılmışsa bu değer çarpım olarak birimin yanına yazılır.
- ✓ Eksenler, tablodaki ilgili değişkenin aldığı en yüksek ve en düşük değer göz önünde bulundurularak bölmelendirilmelidir. Eksenlerin kesiştiği nokta genellikle sıfır (0) olarak alınır.
- ✓ Eksenlerin bölmelendirilmesi eşit aralıklı olmalıdır. **Tablodaki değerler eksenlere yazılarak belirtilmez. Sadece ana bölümlerin değerleri eksenlere yazılır.** Ancak iki eksen birbirinden bağımsız düşünülebilir. Yani bir eksendeki bölmelendirme ve aralık genişliği, diğer eksen için de aynı olmak zorunda değildir.

Verilerin Grafik Alanına Yerleştirilmesi ve Grafiğin Çizimi

- ✓ Eksenlerin üzerinde birbirinin karşılığı olan değerler bulunur ve gözle takip edilerek çakıştıkları nokta işaretlenir. Deneysel noktayı tespit ederken noktanın eksenlere olan uzaklıkları (izdüşümleri) çizilmez.
- ✓ Tüm deneysel noktalar tespit edildikten sonra, noktaların oluşturduğu desen doğrusal ise, cetvel ile tüm noktalar birleştirilir; doğrusal değilse noktalar keskin olmayan tek bir çizgi ile birleştirilir. Çizilen doğrunun uzantısı orijinden geçiyorsa, orijinle birleştirilir.
- ✓ Doğrusal grafiği çizerken bütün noktalardan geçen bir grafik varsa, bu çizilecek en doğru grafikdir. Eğer bütün noktalardan geçen bir grafik yoksa, en çok noktadan geçecek grafik çizilmelidir ve çizilen grafiğin üstünde ve altında eşit sayıda nokta bulunmalıdır.

Örnek:

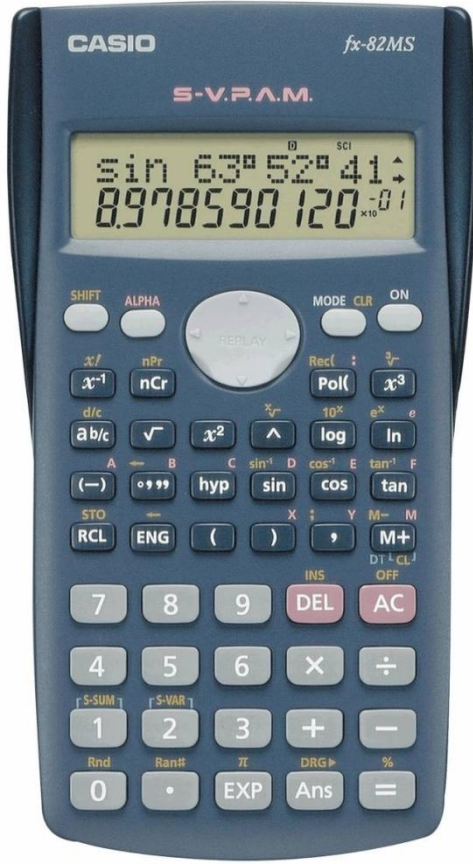
Yol (x) (m)	Zaman (t) (sn)
3.3	0.02
7.5	0.04
12.0	0.06
17	0.08
21.5	0.1



$$\tan \theta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20 - 6}{(9.5 - 3.4) \times 10^{-2}} = \frac{14}{6.1 \times 10^{-2}} = 2.3 \times 10^2 \frac{m}{s}$$

Yukarıdaki grafikte olduğu gibi verilerin değerleri belirli bir oranda büyütülmüş veya küçültülmüşse, bu oran çarpım olarak ilgili eksende belirtilmelidir. Yukarıdaki örnekte yatay eksenindeki verilerin gerçek değerinin 10^2 katı grafiğe yerleştirildiği için, bu eksenin yanına çarpım olarak 10^{-2} yazılmıştır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da, grafiğin eğimi bulunurken ortaya çıkar. Yukarıdaki örnekte zaman eksenindeki değerler eğim formülünde yerine yazılırken 10^{-2} çarpanı da hesaba katılmalıdır.

Hesap Makinesi Kullanımı



Hesap makinesini kullanırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Örneğin yandaki resimde, ekrandaki sonucu yazmak istiyoruz. Noktadan sonraki bütün sayıların anlamlı olmadığı açıktır. Bu durumda yaptığımız işlemdeki sayıların anlamlı rakam sayılarını dikkate alarak uygun sonucu yazmalıyız. Fakat her işlemde bunu dikkate alamayabilirsiniz. Dolayısıyla noktadan sonra bir veya iki rakam yazmak uygun olur. Ayrıca sayının sağ üst köşesindeki çarpanı da dikkate almalısınız. Bu çarpan 10'un kuvveti olarak yazılmalıdır. O zaman bu örnekte yazacağımız sayı $8.98 \cdot 10^{-1}$ veya $9.0 \cdot 10^{-1}$ olmalıdır.

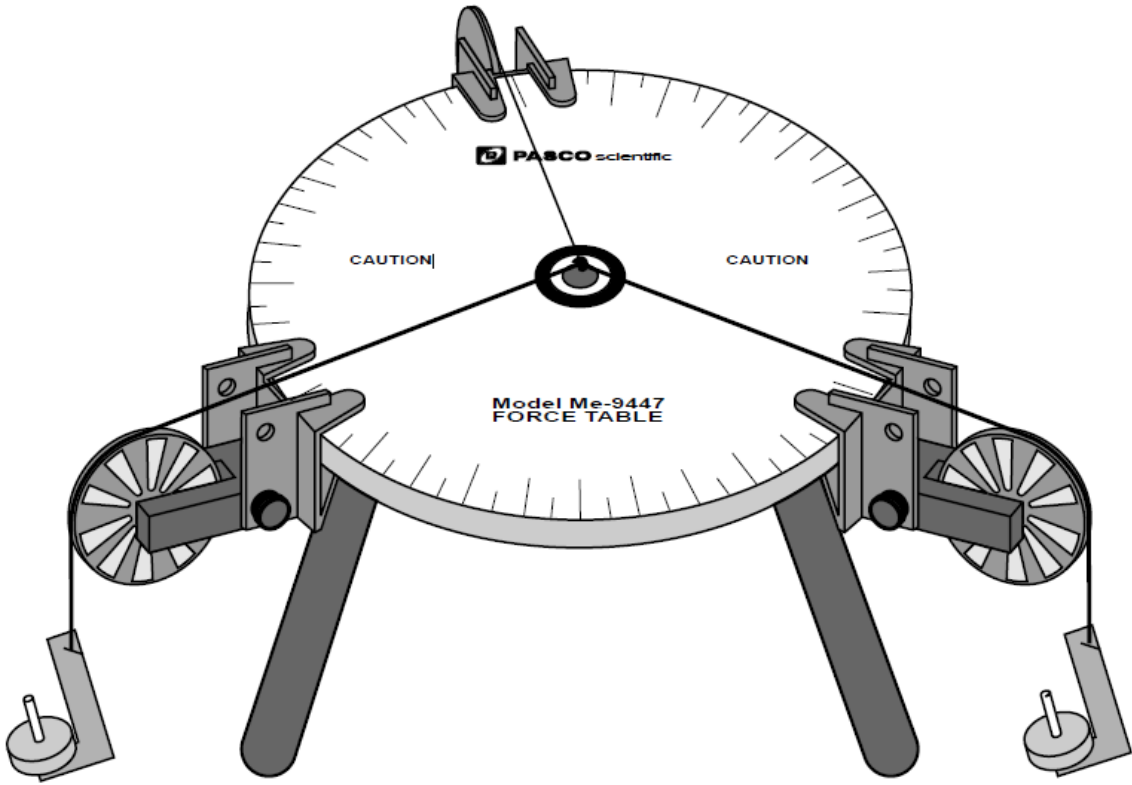
Hesap makinelerinde sık sık kullanılan fonksiyonlardan biri de shift tuşudur. Shift tuşuna bastıktan sonra başka bir tuşa basılırsa, o tuşun üzerindeki fonksiyon aktif hale geçer. Örneğin hangi açının sinüsünün 0.67 olduğunu hesaplamak istiyorsak, \sin^{-1} fonksiyonunu kullanmamız gerekir. Bunu için de önce shift tuşuna, sonra sin tuşuna basıp daha sonra da 0.67 değerini yazmak gerekir.

İÇİNDEKİLER

1. DENEY:	KUVVET MASASI	1
2. DENEY:	DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET	8
3. DENEY:	SABİT İVMELİ HAREKET	14
4. DENEY:	EĞİK ATIŞ	21
5. DENEY:	YERÇEKİMİ İVMESİNİN HESAPLANMASI	27
6. DENEY:	ESNEK VE ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA	36
7. DENEY:	DÖNEM SONU GÖSTERİ DENEYLERİ	45

DENEY 1

KUVVET MASASI



1.Amaç: İki kuvveti dengeleyen diğer bir kuvveti kuvvet masasını kullanarak deneysel olarak bulmak ve bunu kuvvetleri bileşenlerine ayırma ve grafik yöntemleriyle doğrulamak.

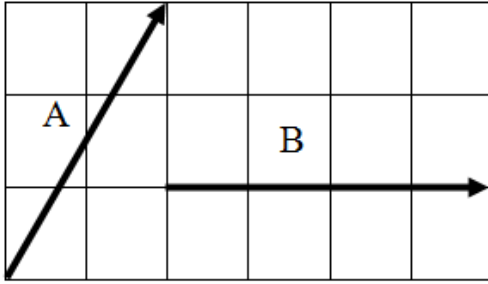
2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Fizik deneye ve ölçmeye dayalı bir bilim dalı olduğundan, ölçme sonuçları kesin ve anlaşılır bir biçimde ifade edilmelidir. Ölçmeleri ifade etmek için kullanılan en basit ve genel dil sayılardır. Fizikte bazı büyüklükler sayılarla ifade edilebildiği halde, bazılarının ifade edilebilmesinde sayılar yeterli olmamaktadır. Sayılarla birlikte yönün de belirtilmesi gerekir. Bu nedenle fizikte büyüklükler, skaler ve vektörel büyüklükler olmak üzere iki gruba ayrılır. Vektörel bir nicelik olan kuvvet, büyüklüğü ve yönüyle tanımlanır.

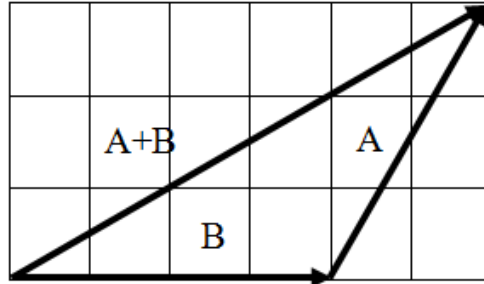
Vektörel büyüklüklerin matematiksel olarak tanımı için şiddetlerinin, doğrultularının, yönlerinin ve uygulama (başlangıç) noktalarının bilinmesi gerekir. Vektörel büyüklükler küçük ve büyük harflerle (örneğin **A**) veya üzerinde ok olan büyük harflerle (\vec{A}) gösterilir.

Vektörlerin Toplanması

Vektörlerin toplanmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar uç uca ekleme (çokgen) ve paralelkenar yöntemidir. Şekil-I deki **A** ve **B** vektörlerinin toplamı uç uca ekleme yöntemiyle yapılırsa şekil-II deki gibi **A+B** vektörü bulunur.



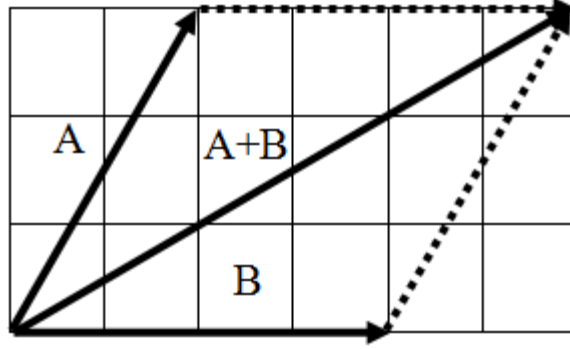
Şekil 1. Vektörler



Şekil 2. Vektörlerin toplamı

Paralel Kenar Yöntemi

Paralel kenar yöntemi ile iki vektörü toplamak için, bu iki vektör uygulama noktaları aynı olacak şekilde bir noktaya taşınır. Daha sonra oluşan şekil paralelkenara tamamlanır. Büyük köşegen çizilerek bileşke vektör (**A+B**) elde edilir.



Şekil 3. Paralelkenar metodu

Vektörlerin Bileşenlere Ayrılması

Bir vektörü dik bileşenlerine ayırmak için, vektörün başlangıç noktası, x-y koordinat ekseninin başlangıcına alınır. Vektörün ucundan x eksenine dik inilir ve başlangıç noktasını bu noktaya birleştiren vektör A' nın x bileşenidir (A_x). Benzer, şekilde y eksenine dik inilerek A_y bileşeni bulunur. A vektörünün x bileşenini bulmak için vektörün şiddetini, x eksenine arasındaki açının kosinüsü ile çarpılır. Benzer şekilde y bileşeni için açının sinüsü ile çarpılır.

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

θ açısının değerine göre F_x ve F_y pozitif veya negatif olabilir. Bu durumda F vektörünü belirlemek için F (vektörün şiddeti) ve θ yerine F_x ve F_y büyüklüklerini kullanılabilir ve büyüklükler cinsinden,

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

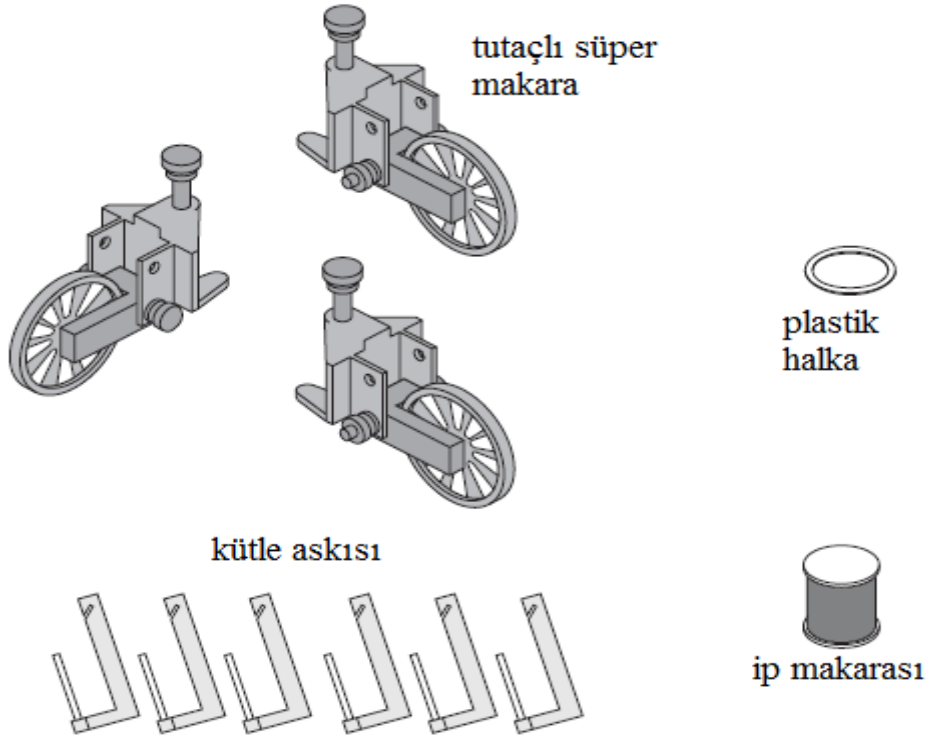
F vektörünün yönü ise,

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

bağıntısından bulunur.

3. Deneyde Kullanılan Araç ve Gereçler

- ✓ Kuvvet masası
- ✓ Üç adet tutaçlı süper makara
- ✓ Üç adet kütle askısı
- ✓ Plastik halka
- ✓ İp makarası
- ✓ Kütle takımı
- ✓ Cetvel

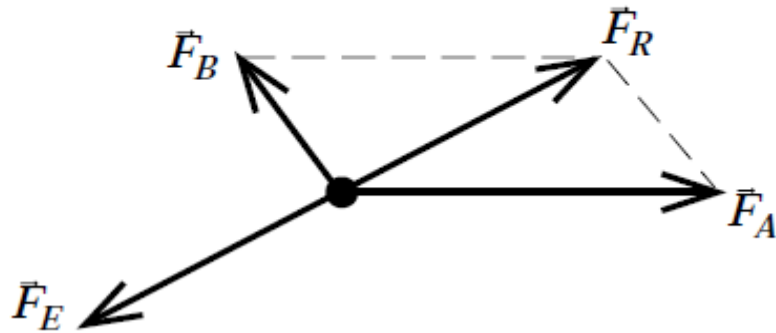


4. Deneyin Yapılışı

4.1 Deneysel Yöntem

Değişik açılarda masaya tutturulan iki makaraya takılı kütleler ile kuvvet masasına iki kuvvet uygulanır. Üçüncü makaraya asılan kütle ve ayarlanan açı, diğer iki kütleyle dengeye getirecek şekilde ayarlanır. Bu üçüncü kuvvete dengeyi sağlaması nedeniyle **dengeleyici kuvvet** (F_E) denir. Dengeleyici kuvvet **bileşke kuvvetle** (F_R) aynı büyüklükte fakat zıt yöndedir.

$$- \vec{F}_E = \vec{F}_R = \vec{F}_A + \vec{F}_B$$



Şekil 4. Dengeleyici ve bileşke kuvvet

4.2 Bileşen Yöntemi

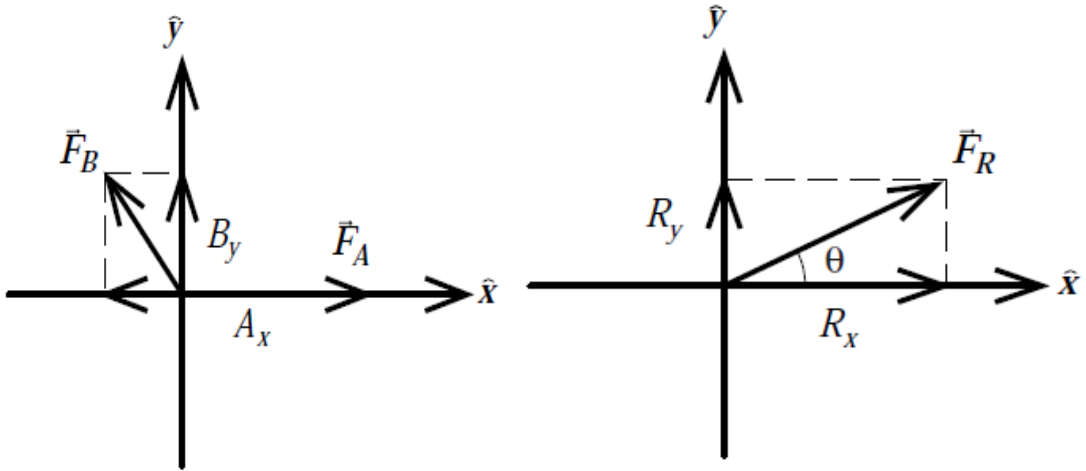
İki kuvvet bileşenlerinin birbirine eklenmesi ile de toplanabilir. Önce kuvvetler trigonometriden yararlanarak x ve y bileşenlerine ayrılır. Sonra x ve y bileşenleri kendi aralarında toplanır. Bileşke kuvvetin bileşenleri bir dik açı yapacak şekilde birleştirilirse, Pisagor teoreminden;

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

ve trigonometri kullanılarak

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

elde edilir.



Şekil 5. Bileşenler

4.3 Grafıksel Yöntem

İki kuvvet, açı ölçer ve cetvel kullanılarak ölçekli bir biçimde çizilerek (paralelkenar yöntemiyle) toplanır. Bileşke kuvvetin boyu, doğrudan çizilen vektörün boyu olarak alınabilir. Açı ise açılı kağıtla ölçülür.

- ✓ Süper makaralardan biri sıfır derecede sabit kalacaktır. İkincisi ise 0-180° arasında herhangi bir yerde durabilir. 0° de duran F₁, diğeri F₂ kuvveti olsun. 1. ve 2. kütle askılarına 100 gr' ı geçmeyecek şekilde farklı kütleler asınız.
- ✓ Daha sonra üçüncü makaranın açısını ve kütle miktarını değiştirerek, bu iki kuvveti dengelemeye çalışınız.

Soru: 3. Kuvvetin ilk iki kuvveti dengelediğini nasıl anlarsınız?

Hesaplamalar

- ✓ Astığınız kütlelerin ağırlıklarının hesaplayınız. ($g=9.8m/s^2$)
- ✓ F_1 ve F_2' nin x ve y bileşenlerini hesaplayınız.
- ✓ Bu bileşenleri kullanarak bileşke kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü hesaplayınız.
- ✓ Paralelkenar yöntemiyle bulacağınız dengeleyici kuvveti milimetrik kağıda çiziniz.
- ✓ Açılı kağıdı kullanarak, bulduğunuz dengeleyici kuvveti (bileşen ve deneysel yöntemle) ve F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetini çiziniz.

DERS NOTLARI

Sonuç ve Rapor:

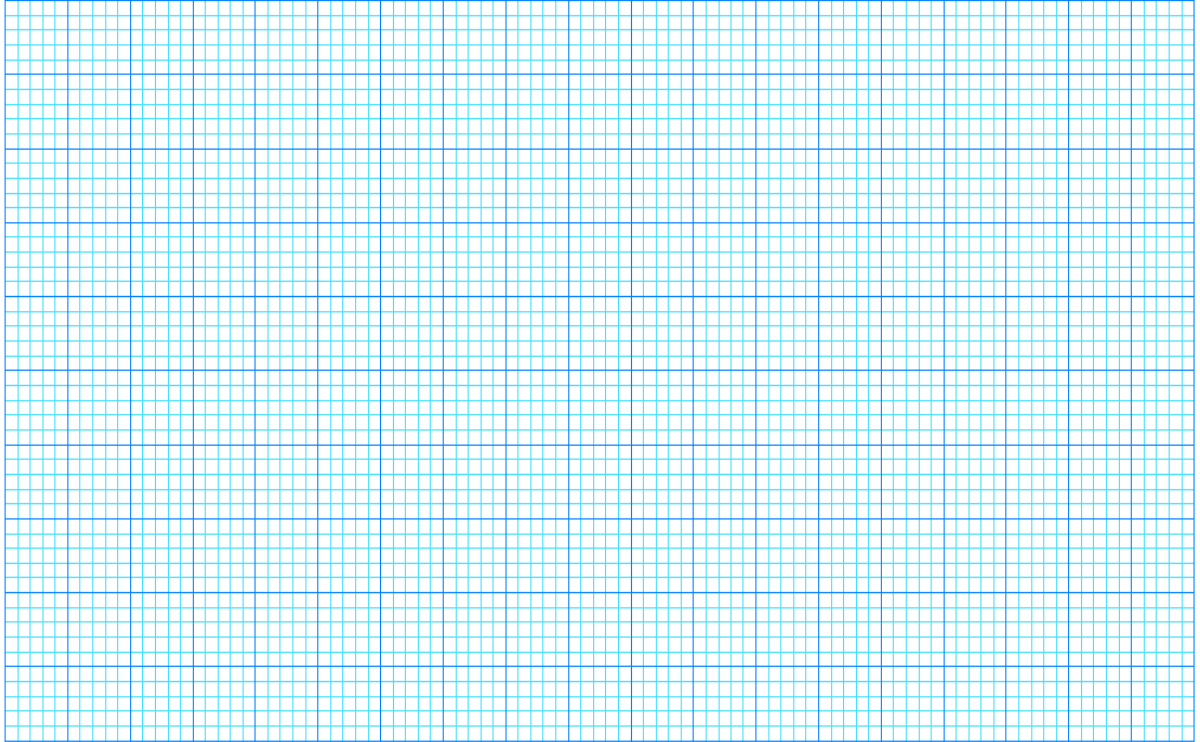
Ad Soyad:

No:

Grup:

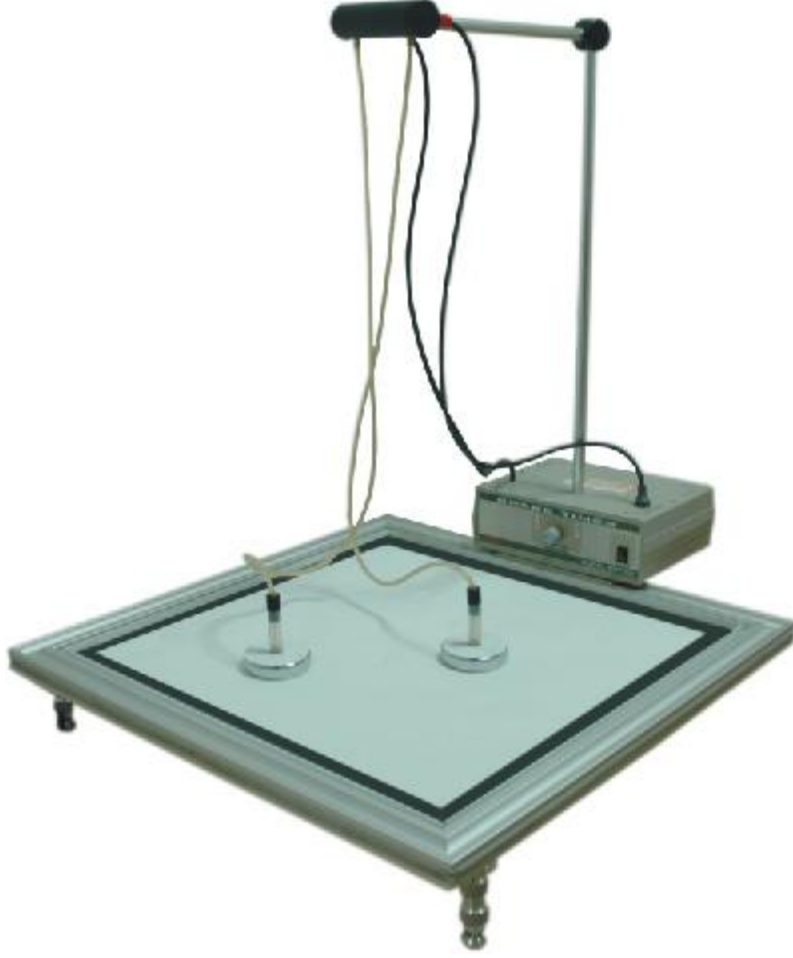
Tarih:

Yöntem	Dengeleyici Kuvvet	
	Büyüklik (N)	Yön(θ)
DeneySEL		
Bileşen	$R_x=$ $R_y=$	
Grafik		



DENEY 2

DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET



1.Amaç: Düzgün doğrusal hareketi tek boyutta deneysel olarak incelemek

2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Seçilen bir referans noktasına göre, cismin zamanla yer değiştirmesine hareket denir. Hareket eden bir cismin yörüngesi bir doğru üzerinde ve hızı zamanla değişmiyorsa bu harekete düzgün doğrusal hareket denir.

Soru: Yukarıdaki tanımı dikkate alarak düzgün doğrusal harekete örnek veriniz?

Konum (\vec{x}): Cismin seçilen referans noktasına göre yerini belirten yönlü uzaklıktır. Vektörel bir niceliktir.

Yer Değiştirme ($\Delta\vec{x}$): Bir cismin son konumu ile ilk konumu arasındaki yönlü uzaklıktır ve

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_{son} - \vec{x}_{ilk}$$

ifadesi ile verilir.

Hız (\vec{v}): Bir hareketlinin birim zamandaki yer değiştirmesine hız denir. Hız vektörel bir büyüklüktür. Hareketlinin (t_1) anındaki konumu (x_1), (t_2) anındaki konumu da (x_2) olarak tanımlanırsa hareketlinin hızı

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} \text{ ile ifade edilir.}$$

Soru: Ortalama hız ve anlık hız nedir, formülle göstererek açıklayınız?

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler

- ✓ Hava masası
- ✓ Veri kağıdı
- ✓ Hesap makinesi ve cetvel

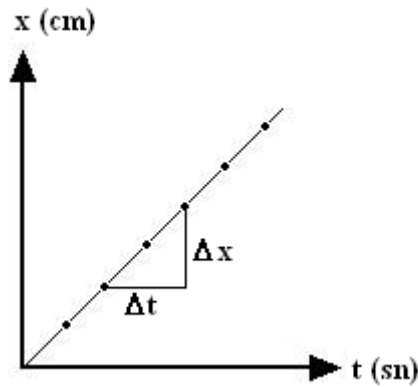
4. Deneyin Yapılışı

- ✓ Hava masasını yatay duruma getirdikten sonra disklerden birini masanın bir köşesine bırakınız. Diğer diski masanın bir kenarına koyunuz ve elinizle hafifçe hızlandırıp bırakınız. Hava masanız yatay konumda ve dolayısıyla diskin üzerine yatay yönde herhangi bir net kuvvet etki etmediğine göre, disk bir doğru boyunca hareket etmelidir.
- ✓ Hareketin başlangıç ve bitiş noktalarını ayarladıktan ve ark kronometresinde uygun zaman aralığını seçtikten sonra, ark pedalına basarak hareketi tekrarlayınız. Böylece diskin eşit zaman aralıklarındaki konumu kıvılcım izleriyle deney kâğıdına kaydedilecektir. Ark pedalını serbest bırakınız ve hava masasını kapatarak deney kâğıdını diskin altından çekiniz. Disk eşit zaman aralıklarında eşit yollar alacağından herhangi bir nokta başlangıç noktası olarak seçilebilir. Elde ettiğiniz deneysel verileri kullanarak rapor kısmındaki tabloyu doldurunuz ve cismin konum zaman grafiğini çiziniz.

Soru: Diskin katettiği yolu zamana karşı gösteren eğrinin şeklinin bir doğru olmasının nedeni nedir ve bu eğrinin eğiminin sabit olması hızı nasıl etkiler ?

Diskin ortalama hızı iki şekilde hesaplanabilir.

- ✓ Tabloyu kullanarak; diskin ortalama hızı $\bar{v}_{\text{ort.}} = \bar{v} \pm 2.58\sigma_v$
- ✓ Grafik metodu ile; Diskin katettiği yolun zamana karşı grafiğinin şekli bir doğrudur.



Şekil 1. Diskin aldığı yolu zamana karşı gösteren grafik

Grafiğin eğimi diskin ortalama hızını verir.

$$\tan \theta = \vec{v}_{ort} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \vec{v}_{deneysel}$$

Grafikte bulunan bulunan \vec{v}_{ort} ile tablodan hesaplanan \vec{v}_{ort} değeri karşılaştırıldığında % hata

$$\% Hata = \left| \frac{\vec{v}_{teorik} - \vec{v}_{deneysel}}{\vec{v}_{teorik}} \right| \times 100$$

ile verilir.

Soru: Diskin hız-zaman (v-t) ve ivme-zaman (a-t) grafiğinin nasıl olmasını beklersiniz ?

DERS NOTLARI

Sonuç ve Rapor:

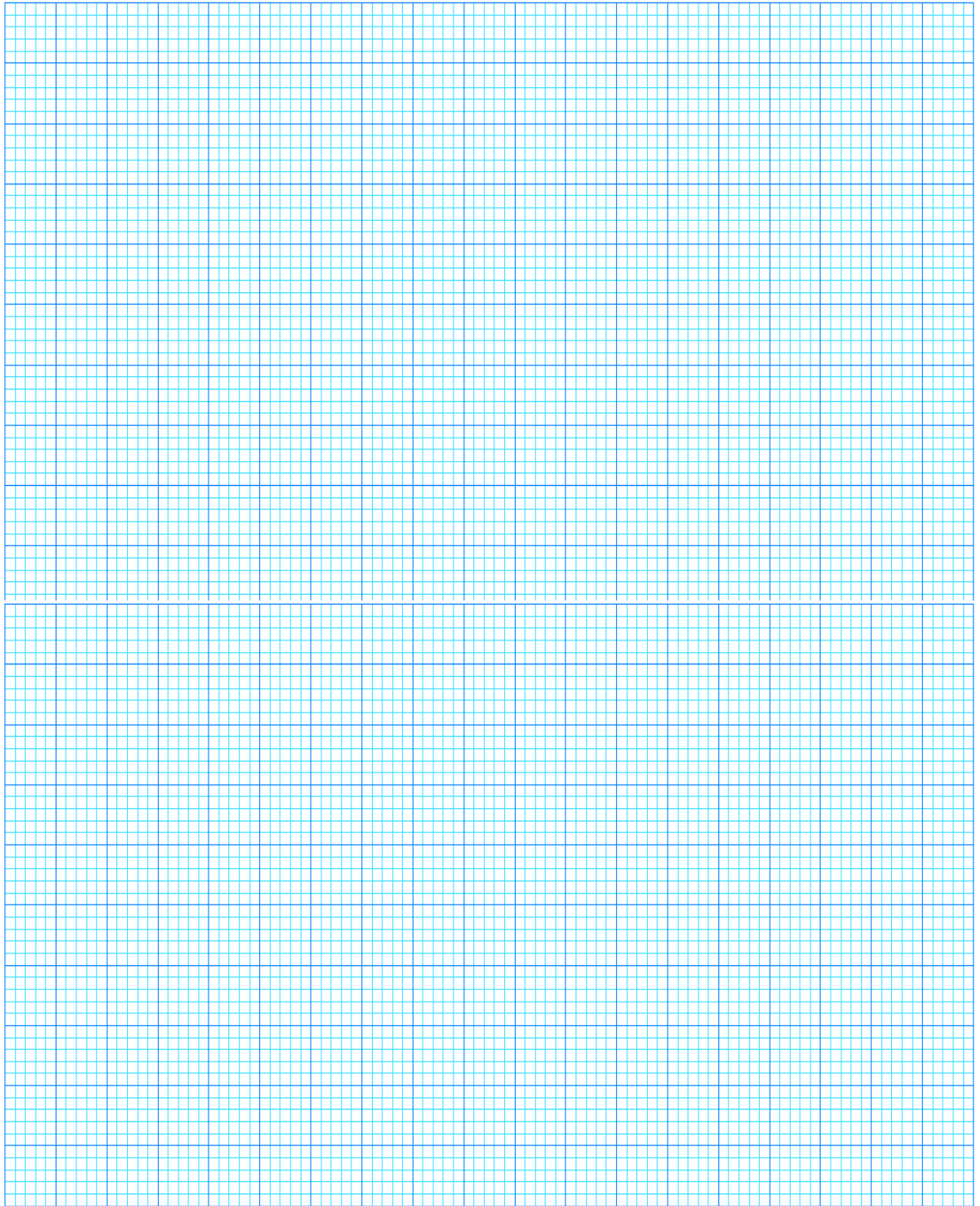
Ad Soyad:

No:

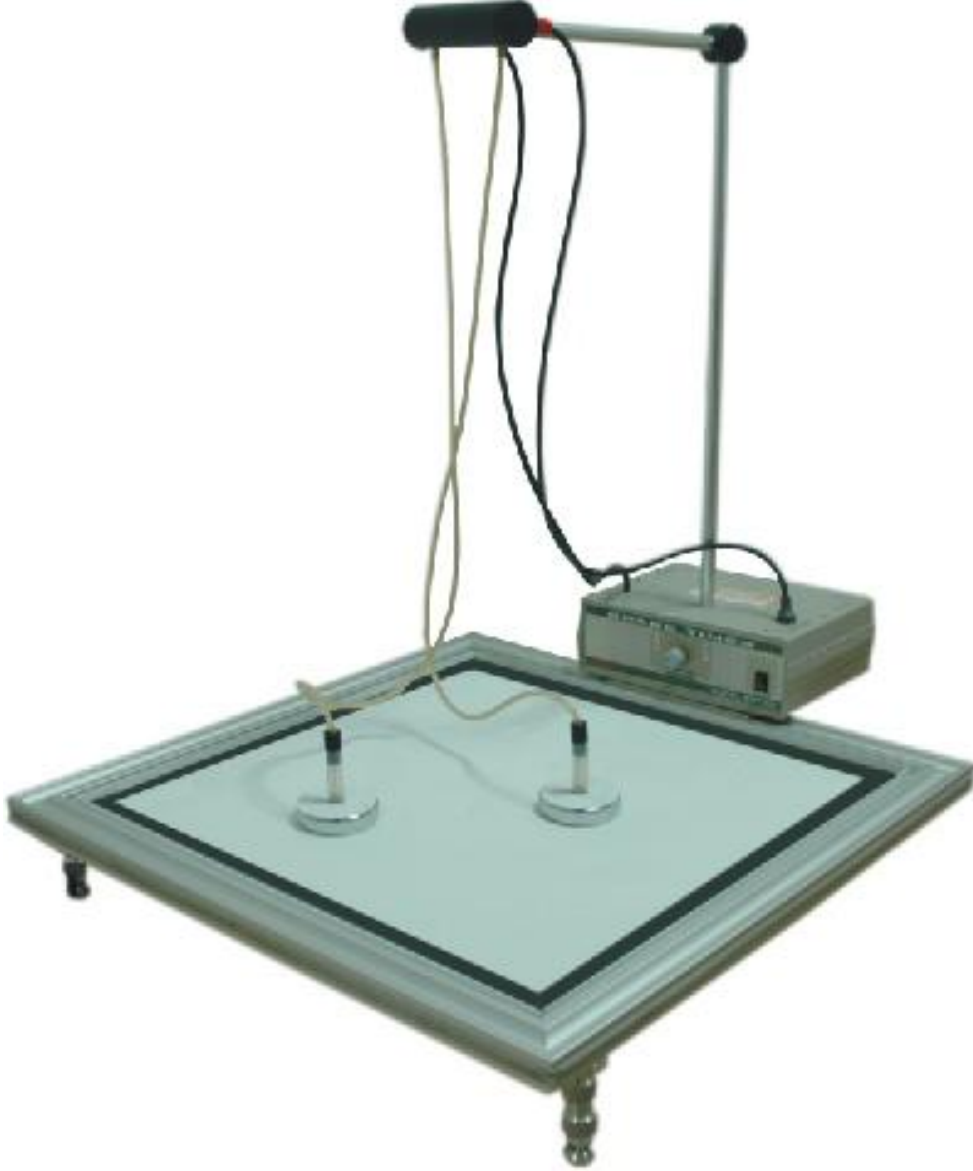
Grup:

Tarih:

x_i	$V_i = \frac{x_i}{t}$	$d_i = \bar{x} - x_i $	d_i^2	$k_i = \bar{V} - V_i $	k_i^2
x_1	$V_1 = \frac{x_1}{t}$	$d_1 = \bar{x} - x_1 $	d_1^2	$k_1 = \bar{V} - V_1 $	k_1^2
x_2	V_2	d_2	d_2^2	k_2	k_2^2
.
.
.
.
.
.
.
x_{10}	V_{10}	d_{10}	d_{10}^2	k_{10}	k_{10}^2
$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$	$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$	$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n-1}}$	$\bar{k} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{n}$	$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n k_i^2}{n-1}}$



DENEY 3
SABİT İVMELİ HAREKET



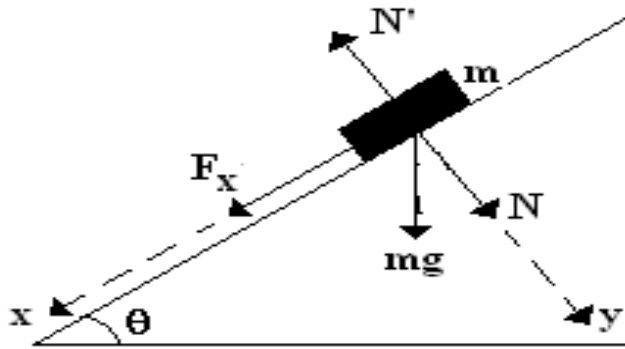
1.Amaç: Sabit ivmeli hareketin tek boyutta deneysel olarak incelenmesi

2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Cismin hızı zamanla düzgün bir şekilde değişiyorsa cismin yapmış olduğu harekete sabit ivmeli hareket adı verilir. Buna örnek olarak cisimlerin serbest düşme hareketi verilebilir.

İvme (\vec{a}) : Hareketlinin birim zamandaki hız değişimine ivme denir. İvme vektörel bir niceliktir. Cismin (t_1) anındaki hızı (\vec{v}_1), (t_2) anındaki hızı (\vec{v}_2) ise ivme aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$



Şekil 1.Eğik düzlem üzerindeki bir cisme etkiyen kuvvetler.

Sürtünmesiz eğik bir düzlemde hareket eden bir cismi ele alalım. Bu cisme etkiyen kuvvetler Şekil 1 deki gibidir. Eğik düzlem üzerinde duran cisim serbest bırakıldığında, Newton yasasına göre kuvvet yönünde ve kuvvetin büyüklüğüyle doğru orantılı olarak hızlanır, yani ivmeli hareket yapar. Cisme etkiyen kuvvetle ivme arasındaki genel bağıntı,

$$\vec{F} = \sum m\vec{a} \quad (1)$$

şeklindedir. Şekil 1 de görüleceği üzere cisme etkiyen dengelenmemiş toplam kuvvet,

$$\vec{F}_x = mg \sin \theta \hat{x}$$

şeklinde yazılabilir. Bu bağıntı (1) eşitliği ile kıyaslandığında, eğik düzlem üzerinde hareket eden cismin x -ekseni yönündeki ivmesi,

$$\vec{a}_x = g \sin \theta \hat{x}$$

olarak hesaplanır.

İvme ifadesinin zamana göre integrali alınır hız için,

$$\vec{v}_x = gt \sin \theta \hat{x}$$

eşitliği ve yol için,

$$\vec{x} = \frac{1}{2} gt^2 \sin \theta \hat{x}$$

ifadesi bulunur. Yukarıdaki bağıntılarda, hareketin başlangıç noktasından ilk hızsız başladığı kabul edilmiştir. Aksi halde integral sabitlerinin belirlenmesinde hız ve yol için başlangıç değerlerinin dikkate alınması gerekir.

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler

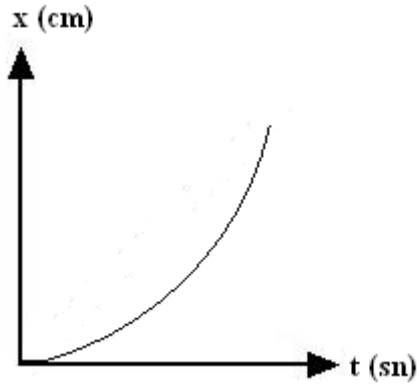
- ✓ Hava masası
- ✓ Veri kağıdı
- ✓ Hesap makinesi ve cetvel

4. Deneyin Yapılışı

- ✓ Hava masasına belli bir θ açısı kadar eğim veriniz ve disklerden birini masanın yüksek kenarına yakın bir yere koyunuz. Diğer disk masanın alt köşesine bırakınız. Hava masasını çalıştırdığınızda disk aşağıya doğru kayacaktır. Disk yukarıdayken bu kez ark pedalına basarak hareketi tekrarlayınız. Deney kâğıdını alınız ve hareketin izlerini inceleyiniz. Elde ettiğiniz verileri kullanarak rapor kısmındaki tabloyu hazırlayınız ve cismin konum zaman grafiğini çizin.

Soru: Eşit zaman aralıklarında kaydedilen kıvrılcım izleri arasındaki uzaklıklar eşit oluyor mu ? Olmuyor ise nedenini açıklayınız?

Tablo yardımıyla aşağıdaki grafiği elde ediniz.

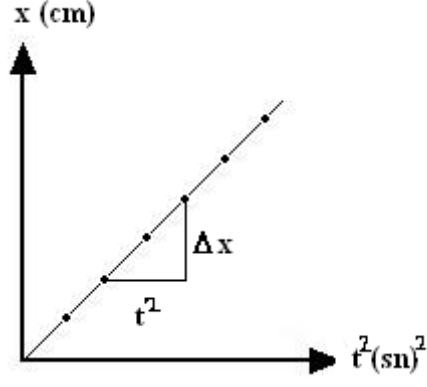


Şekil 2. sabit ivmeli harekette yol-zaman grafiği

Grafikten de görüleceği gibi yol eğrisi bu defa bir doğru değildir, yani eğrinin sabit bir eğimi yoktur.

Soru: Bu durumda diskin hızı için ne söylenebilir?

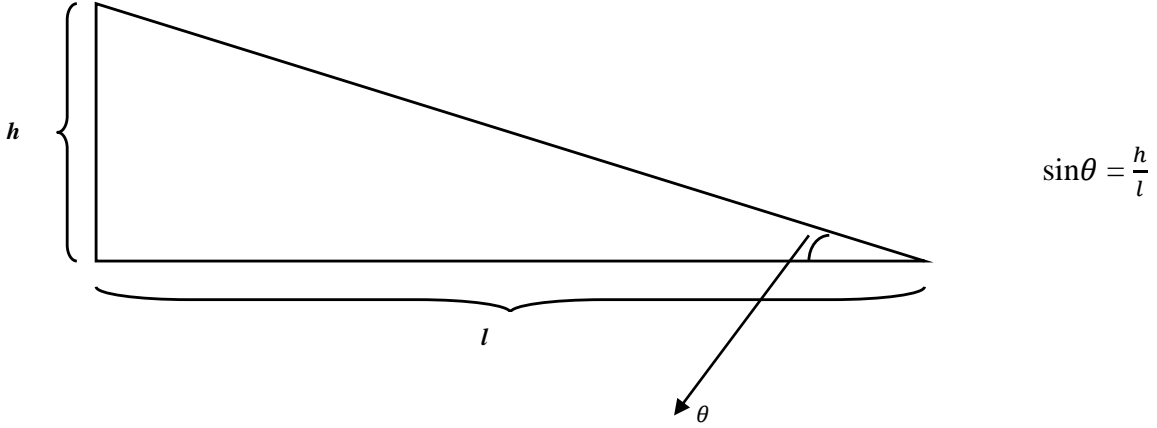
Disk konumunun zamanın karesine karşı grafiğini çizerek aşağıda ki grafiği elde ediniz.



Şekil 3. Bir hareketlinin $x-t^2$ grafiği

Soru: Şekil 3. ($x-t^2$ grafiği) yardımıyla bir cismin ivmesi nasıl hesaplanır? Açıklayınız.

Masaya eğim vermek için kullandığımız takozların yüksekliğini (h) ve masanın boyunu (l) ölçünüz. Ölçtüğünüz bu değerler yardımıyla, eğik düzlemin yatay eksen ile yaptığı θ açısını hesaplayın.



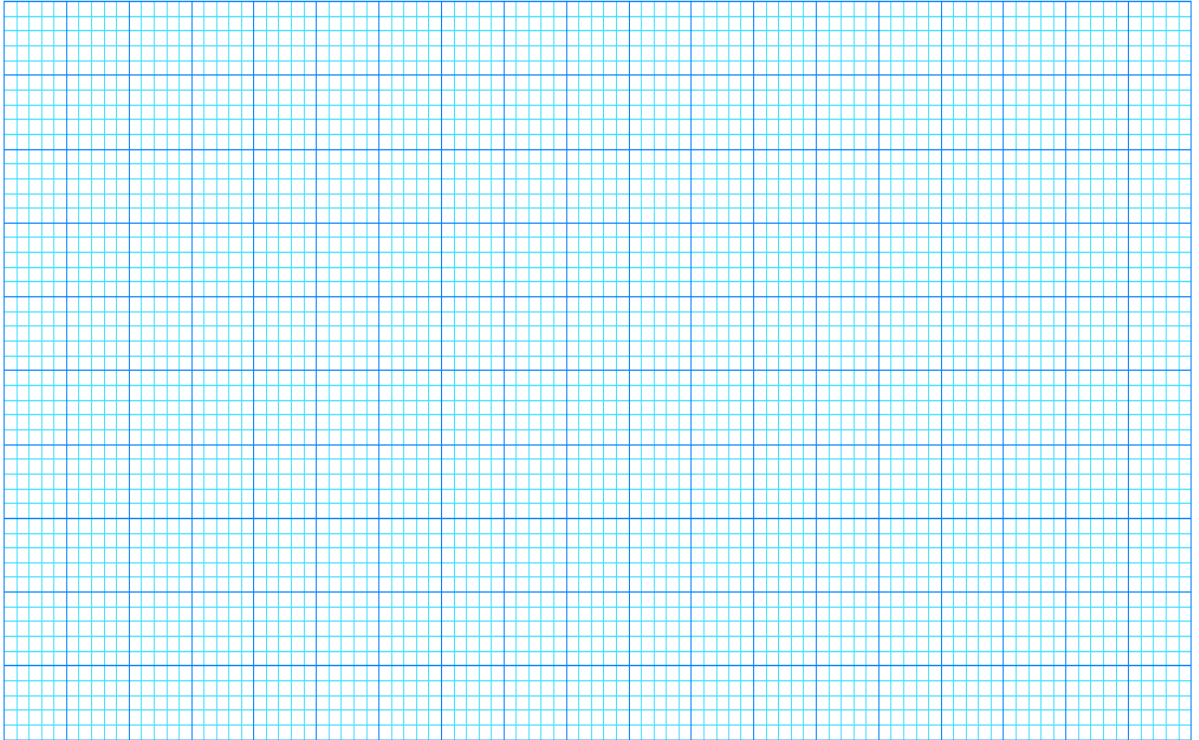
$a = g \sin\theta$ bağıntısında yerine koyup Şekil 3' ten bulduğunuz ivme değeri ile karşılaştırarak % hatayı hesaplayınız.

DERS NOTLARI

Sonuç ve Rapor:

x	t	t^2

Ad Soyad:
No:
Grup:
Tarih:



DENEY 4

EĐIK ATIŞ



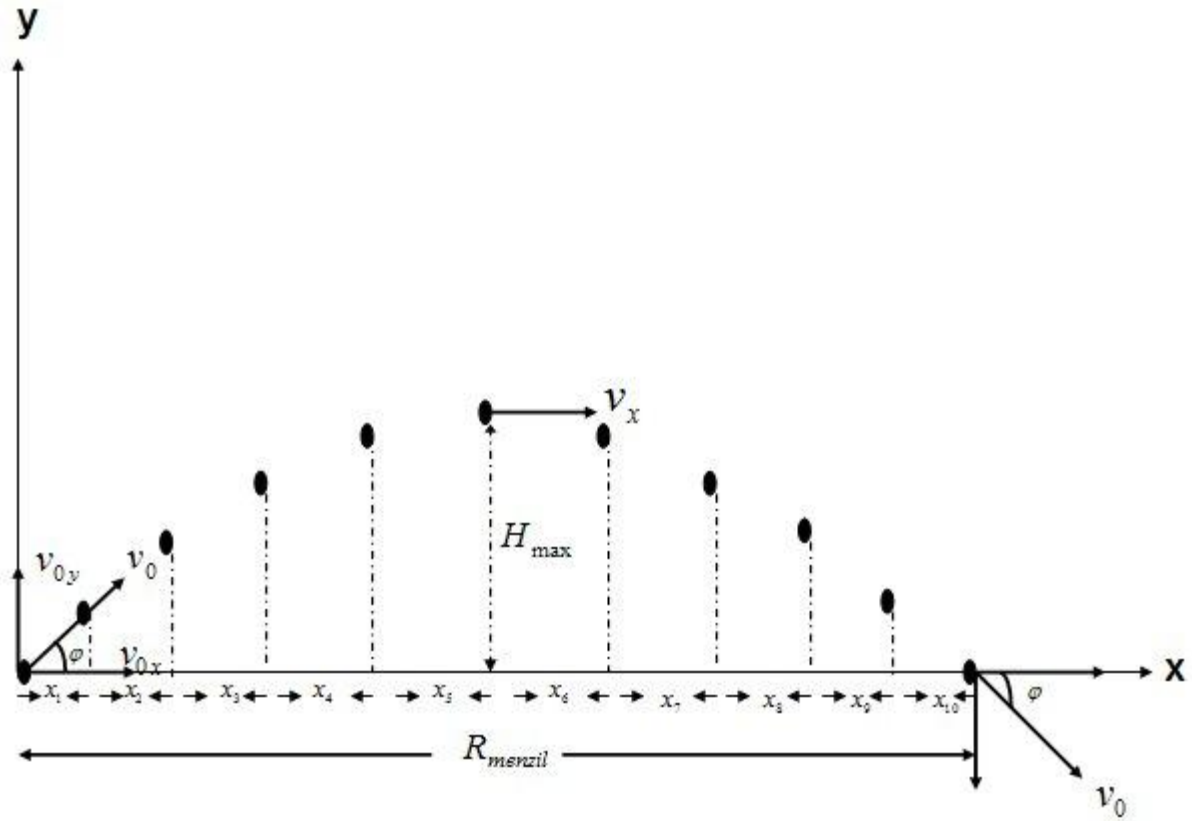
1.Amaç: Eğik atış hareketinin incelenmesi.

2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Yatayla φ açısı yapacak şekilde fırlatılan herhangi bir cismin yapmış olduğu hareket, eğik atış hareketidir. Eğik atış hareketi incelenirken iki önemli kabullenme yapılır;

- 1) g yerçekimi ivmesi hareket süresince sabittir ve aşağıya doğru yöneliktir,
- 2) Hava direncinin etkisi ihmal edilmektedir.

Eğik olarak atılan cisim parabolik bir yörüngeyi izler. Eğik atış hareketi boyunca cismin hızının x - ve y -bileşenleri vardır. Cismin hızının y -bileşenine yer çekimi kuvveti etki eder ve ivmeli hareket yapar. Cismin hızının x -bileşenine ise hiçbir kuver etki etmez ve düzgün doğrusal hareket yapar.



Şekil-1

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler

- ✓ Hava masası

- ✓ Veri kâğıdı
- ✓ Hesap makinesi ve cetvel

4. Deneyin yapılışı

- ✓ Dört tane takoz alıp cetvelle ölçerek h takoz yüksekliğini kaydediniz.
- ✓ Hava masasının boyu olan L 'yi 65 cm alınız.
- ✓ Ark kronometresinden uygun bir t zamanı ayarlayınız ve h , L ve t değerlerini veri kâğıdınızın bir köşesine kaydediniz.
- ✓ Yüksekliğini ölçtüğünüz takozları hava masanızın ayağının altına yerleştirerek, hava masanızı bir eğik düzlem haline getiriniz. Bu durumdaki hava masanızın eğim açısı θ olsun ve $\sin \theta = \frac{h}{l}$ değerini bulunuz.
- ✓ Eğik atış hareketini gerçekleştirmek için açı ölçeri $\varphi = 30^\circ$ olacak şekilde hava masanızın sağ alt köşesine yerleştirin.
- ✓ Disklerden birini sabit tutup diğerini disk atıcı ile fırlatarak deneyinizi gerçekleştirin
- ✓ Daha sonra şekil-a dakine benzer şekilde bir veri kâğıdı elde edeceksiniz. Veri kâğıdınızın üzerine x - y koordinat sistemini çizin ve bu çizgilerin y - eksenini üzerindeki iz düşümlerini şekil-1 deki gibi işaretleyiniz.

Hesaplamalar

- ✓ Veri kâğıdınızın üzerindeki $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ değerlerini cetvelle ölçerek kaydediniz.
- ✓ Bu değerleri kullanarak \bar{x} 'i aşağıda denklem (1) i kullanarak bulunuz

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}{n} \quad (1)$$

n , aralık sayısıdır.

Disk'in ilk hızının x bileşenini v_{0x} 'i denklem (2)' i kullanarak bulunuz.

$$v_{0x} = \frac{\bar{x}}{t} \quad (2)$$

- ✓ Diskin hızının x bileşeni düzgün doğrusal hareket yaptığı için $v_x = v_{0x}$ dir.
- ✓ Diskin ilk hızı v_0 'ı (3) denkleminde bulunuz.

$$v_0 = \frac{v_{0x}}{\cos \varphi} \quad (3)$$

- ✓ Sonra disk maksimum yüksekliğe çıkması için geçen süre t_H 'ın teorik değerini denklem (4)' den ve deneysel değerini denklem (5)' den bulunuz.

$$t_{H\text{teorik}} = \frac{v_0 \sin \varphi}{g \sin \theta} \quad (4)$$

$$t_{H\text{deneysel}} = \frac{(n)}{2} \times \text{zaman} \quad (5)$$

- ✓ Diskin menzile ulaşması için geçen süre t_R 'nin teorik ve deneysel değerlerini denklem (6) ve denklem (7)'yi kullanarak bulunuz.

$$t_{R\text{teorik}} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \sin \theta} \quad (6)$$

$$t_{R\text{deneysel}} = (n) \times \text{zaman} \quad (7)$$

- ✓ Diskin çıkabildiği maksimum yükseklik H_{\max} 'ın teorik değerini denklem (8)'den bulunuz.

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g \sin \theta} \quad (8)$$

H_{deneysel} ise, disk ulaştığı maksimum yükseklik cetvel ile ölçülerek bulunur.

- ✓ Diskin menzili R 'nin teorik değeri denklem (9)'dan ve deneysel değerini denklem (10)'dan bulunuz.

$$R_{\text{teorik}} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g \sin \theta} \quad (9)$$

$$R_{\text{deneysel}} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \quad (10)$$

- ✓ Son olarak elde ettiğiniz tüm teorik ve deneysel sonuçları kullanarak denklem (11)'de verilen formül ile % Hata hesabı yapınız.
- ✓ Bulduğunuz tüm sonuçları arkadaki tabloya yerleştiriniz.

DERS NOTLARI

Sonuç ve Rapor:

Ad Soyad:
No:
Grup:
Tarih:

t=0
h=
l=
ϕ =
V₀=

	Maksimum yükseklığe çıkış süresi (t_H)	Menzile ulaşma süresi (t_R)	Maksimum yükseklik (H)	Menzil (R)
Teorik	$t_{H\text{teorik}} = \frac{v_0 \sin \varphi}{g \sin \theta}$ $t_{H\text{teorik}} =$	$t_{R\text{teorik}} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \sin \theta}$ $t_{R\text{teorik}} =$	$H_{t\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g \sin \theta}$ $H_{t\text{max}} =$	$R_{\text{teorik}} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g \sin \theta}$ $R_{\text{teorik}} =$
DeneySEL	$t_{H\text{deneySEL}} = \text{aralık}$ sayısı \times zaman $t_{H\text{deneySEL}} =$	$t_{R\text{deneySEL}} = \text{aralık}$ sayısı \times zaman $t_{R\text{deneySEL}} =$	Diskin ulaşabildiği maksimum yükseklik cetvelle ölçülür. $H_{d\text{max}} =$	$R_{\text{deneySEL}} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$ $R_{\text{deneySEL}} =$
% Hata	$\% \text{Hata} = \frac{(t_{Ht} - t_{Hd})}{t_{Ht}} \times 100$ $\% \text{Hata} =$	$\% \text{Hata} = \frac{(t_{Rt} - t_{Rd})}{t_{Rt}} \times 100$ $\% \text{Hata} =$	$\% \text{Hata} = \frac{(H_t - H_d)}{H_t} \times 100$ $\% \text{Hata} =$	$\% \text{Hata} = \frac{(R_t - R_d)}{R_t} \times 100$ $\% \text{Hata} =$

DENEY 5

YERÇEKİMİ İVMESİNİN HESAPLANMASI

A. SERBEST DÜŞME HAREKETİ İLE YERÇEKİMİ İVMESİNİN BULUNMASI



1.Amaç:

- ✓ Cisimlerin yerin merkezine doğru hareket etmesini sağlayan bir çekim kuvveti olduğunun açıklanması ve gözlenmesi.
- ✓ Yerçekimi kuvvetinin etkisi ile cisimlerin ivmeli hareket yaptıklarının incelenmesi.
- ✓ Düşen cisimlere yerçekimi kuvvetinin dışında da kuvvetlerin etki ettiğinin kavranması.
- ✓ Yerçekimi ivmesinin hesaplanması.

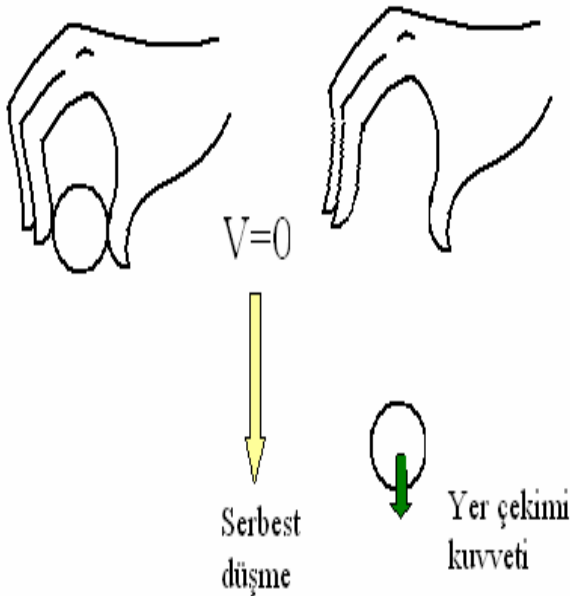
2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Eğer bir cismin hızı zamanla değişiyorsa o cisim ivmeli hareket yapıyor denir. Cismin Δt süresinde sahip olduğu ortalama ivme aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir;

$$a = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Burada cismin t_1 ve t_2 anlarındaki hızı \vec{v}_1 ve \vec{v}_2 ile gösterilmiştir. Cismin sahip olduğu anlık ivme ise hızın türevidir.

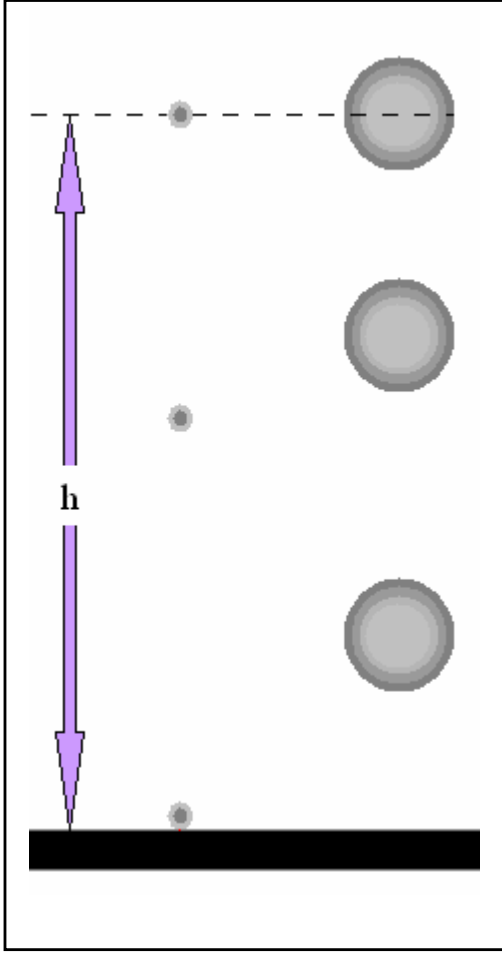
$$a = \frac{d\vec{v}}{dt}$$



Serbest düşme etkisindeki bir cisim; $a=g=9,8\text{m/s}^2$ 'lik ivme ile hızlanmaya devam eder.

Yandaki şekilde ilk hızsız serbest düşmeye bırakılan bir cisim ve üzerine etki eden yerçekimi kuvveti gösterilmektedir.

Bunun sonucu olarak bütün cisimler serbest bırakıldığında (ilk hızsız) sabit bir çizgisel ivme ile düşerler. Bu ivmenin büyüklüğü $9,8 \text{ m/s}^2$ dir ve g ile gösterilir. Bu olaya da **serbest düşme** denir.



Ancak serbest düşme yalnızca özel durumlar için geçerlidir. Eğer bir elma ile bir kuş tüyünü belirli bir yükseklikten aynı anda serbest bırakırsak elma yere çok daha erken düşer. Düşen cisimleri yerçekimi kuvveti dışında etkileyen başka bir kuvvet daha vardır. Bu kuvvet, cisimlere kesit alanlarıyla orantılı olarak etki eden **Hava Sürtünme Kuvveti**'dir. Örneğin; elimizde ağırlıkları eşit olan fakat kesit alanları farklı bir plastik top ile bir demir bilye olduğunu düşünelim. Plastik top demir bilyeye oranla çok daha büyük olsun. Ağırlıkları eşit bu iki cismi, belirli bir yükseklikten, aynı anda serbest bıraktığımızda demir bilye daha çabuk aşağı düşer. Çünkü plastik topun kesit alanı demir bilyeye göre çok daha fazla olduğundan hava sürtünme kuvveti plastik topa daha fazla etki eder ve düşme süresi uzar.

Eğer bu deney havası alınmış bir ortamda yapılırdı, plastik topa demir bilyenin aynı anda yere düştüğü gözlenirdi. Günlük hayatta benzer bir durum görmememizin nedeni; düşen cisimlere yerçekimi kuvveti dışında da kuvvetler etkimesidir. Cisimlere kesit alanlarıyla orantılı olarak hava sürtünme kuvveti etki eder. Havası alınmamış odada plastik topa etki eden hava sürtünme kuvveti, demir bilyeye göre çok daha fazla olduğu için demir bilye yere daha önce düşer.

Serbest düşen bir cisim g ivmesine sahip olduğu için t sürede;

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{kadar yol alır.}$$

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler

- ✓ Farklı ağırlıklarda üç adet çelik bilye
- ✓ Bilye tutucu
- ✓ Düşme algılayıcı

- ✓ Kronometre

4. Deneyin Yapılışı

Deney sistemi bilye tutucu, düşme algılayıcı ve kronometreden oluşmaktadır. Bilye tutucu bir elektromıknatis gibi çalışır. Düşme algılayıcı üzerindeki anahtar açıldığında kullanılacak olan çelik bilyeler bilye tutucuya yapışır. Anahtar kapatıldığı anda ise bilye düşer. Bilye serbest kaldığı anda kronometre çalışmaya başlar, düşme algılayıcı üzerine düştüğü anda ise kronometre durur. Bilye tutucunun yüksekliği değiştirilebildiği için değişik yükseklikler için deney tekrarlanabilir. Deneyi yapmak için;

- ✓ Kronometreyi çalıştırınız.
- ✓ Bilye tutucuyu istediğiniz yüksekliğe getiriniz.
- ✓ Gerekliyse kronometrenin göstergesini sıfırlamak için düşme algılayıcı üzerinde bulunan tuşa basınız.
- ✓ Düşme algılayıcı üzerinde bulunan anahtarı açarak bilyenin tutucuya yapışmasını sağlayınız.
- ✓ Anahtarı kapatarak bilyenin serbest kalarak düşme algılayıcı üzerine düşmesini sağlayınız. Kronometrede bilyenin düşme süresi gösterilecektir. Bu değeri kaydediniz.
- ✓ Bilye tutucuyu farklı yüksekliğe getiriniz ve düşme algılayıcı üzerinde bulunan tuşa basarak kronometreyi sıfırlayınız.
- ✓ Farklı yükseklikler için aynı işlemleri tekrarlayınız.
- ✓ Elde ettiğiniz verilerden $h-t^2$ grafiğini çiziniz. Çizilen grafiğin eğiminden yararlanarak yerçekimi ivmesini hesaplayınız.
- ✓ Farklı ağırlıktaki bilyeleri aynı mesafeden bırakın.
- ✓ Düşme zamanlarını karşılaştırıp sonuçları yorumlayın.

5. Sonuç ve Rapor:

Ad Soyad:

No:

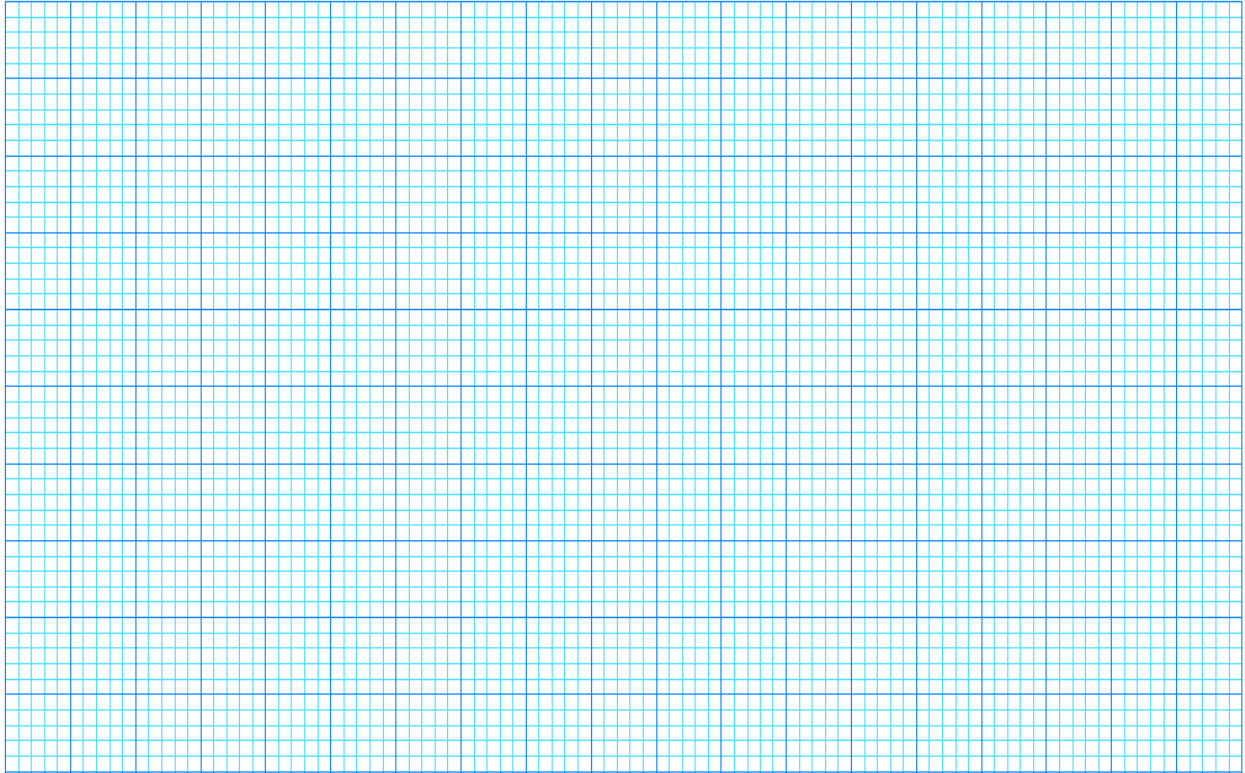
Grup:

Tarih:

h (cm)							
t (sn)							

Hesaplamalar:

1. Farklı ağırlıktaki bilyelerin aynı yükseklikten bırakıldıkları anda yere düşme zamanlarını karşılaştırıp bulduğunuz sonuçları yorumlayınız.



B. HARMONİK HAREKETLE YER ÇEKİMİ İVMESİNİN BULUNMASI

1.Amaç: Düşey düzlemde salınım yapan basit sarkaç yardımıyla yer çekim ivmesi g 'nin belirlenmesi.

2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Bilindiği gibi, yeryüzünden fazla yüksek olmayan bir yerden serbest bırakılan bir cisim gittikçe hızlanarak düşer. Cismin bir ilk hızı olmadığına göre harekete geçebilmesi için bir kuvvet gerekir. Bu ise dinamiğin temel prensibine göre, cismin bir ivme kazanmasıyla açıklanabilir. Öte yandan serbest düşen cisim gittikçe hızlandığına göre cismin böyle bir ivme kazandığı açıktır. Cisme etki eden bu ivmeye *yerçekimi ivmesi* (g) denir.

Yerçekimi ivmesi, yerkürenin yüzeyi boyunca, her yerde sabit değildir. Eğer yerküre tekdüze bir yapıya sahip olsaydı, yüzeyindeki çekim kuvveti her yerde aynı olurdu ve yerçekimi ivmesi tek bir sabit değer alırdı. Yer çekimi ivmesinin her yerde farklı olmasından yararlanılarak

- Hidrokarbon – havza geometrisi
- Bölgesel jeolojik çalışmalar
- Mineral yatakları
- Yeraltı boşlukları
- Fay ve kırık yapıları
- Temel kaya derinliği
- Askeri amaçlı çalışmalar
- Volkanik izlemeler
- Kabuk çalışmalarında
- Gömülü yapıların aranması

gibi önemli çalışmalar yapılmaktadır.

Soru: Yerçekimi ivmesindeki değişimler nelerden kaynaklanmaktadır?

i. Basit harmonik hareket: Bir cismin denge konumu etrafında titreşim hareketi yapması basit harmonik harekete örnek verilebilir. Titreşim hareketini yapan pek çok sistem vardır. Örneğin, bir katıdaki atomlar denge konumu etrafında titreşim hareketi yaparlar veya ışık dalgaları, radar veya radyo gibi elektromanyetik dalgalar, titreşen elektrik ve manyetik alan vektörleriyle belirlenirler.

ii. Basit Sarkaç: Bir ucundan tespit edilmiş ℓ uzunluğundaki hafif iplikle taşınan m kütleli noktasal bir cismin oluşturduğu düzeneğe **basit sarkaç** denir. Hareket düşey bir düzlemde gerçekleşir ve yer çekimi kuvveti ile beslenir. Basit sarkaç denge konumundan küçük bir θ açısı kadar uzaklaştırılıp serbest bırakılırsa düşey bir düzlemde periyodik salınımlar yapar.

Bir basit sarkacın periyodu; küçük açılar için

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (1)$$

şeklinde verilir. Buradan yerçekimi ivmesi

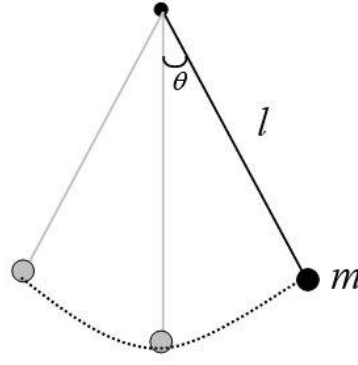
$$g = \left(\frac{4\pi^2}{T^2} \right) \ell \quad (2)$$

olarak elde edilir.

Denklem (1) periyot formülü, sadece küçük açılı salınımlar için geçerli olduğundan, sarkacı denge noktasından fazla ayırmadan küçük açılı salınımlar yaptırılması sonucun geçerliliği bakımından önemlidir.

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler

- ✓ Farklı uzunluklarda ip
- ✓ Ağırlık
- ✓ Kronometre
- ✓ Cetvel



Şekil-1 Basit sarkaç

Deneyin yapılışı

- ✓ Ağırlığı bir iple tutturma ayağına asarak basit sarkaç oluşturunuz.
- ✓ Sarkacın asıldığı noktadan ağırlığın ortasına (ağırlık merkezi) kadar olan mesafe (l)'yi ölçünüz.
- ✓ Sarkacı denge konumundan küçük bir θ açısı kadar ayırıp bırakınız.
- ✓ Sarkacın tam 10 salınım yapması için geçen süreyi kronometre ile ölçünüz.
- ✓ Geçen süreyi 10 a bölünerek basit sarkacın periyodunu bulunuz.
- ✓ Ölçümlerinizi beş farklı uzunlukta iple tekrarlayınız.
- ✓ Periyodun karesinin (T^2), sarkaç boyuna (l) karşı grafiğini çiziniz.
- ✓ Grafiğin eğiminden $\tan \alpha$ 'yı bulunuz. $\left(\tan \alpha = \frac{T^2}{l} \right)$
- ✓ $g = \frac{4\pi^2}{\tan \alpha}$ ifadesinden yerçekimi ivmesi g 'yi bulunuz.

5.Sonuç ve Rapor:

Ad Soyad:

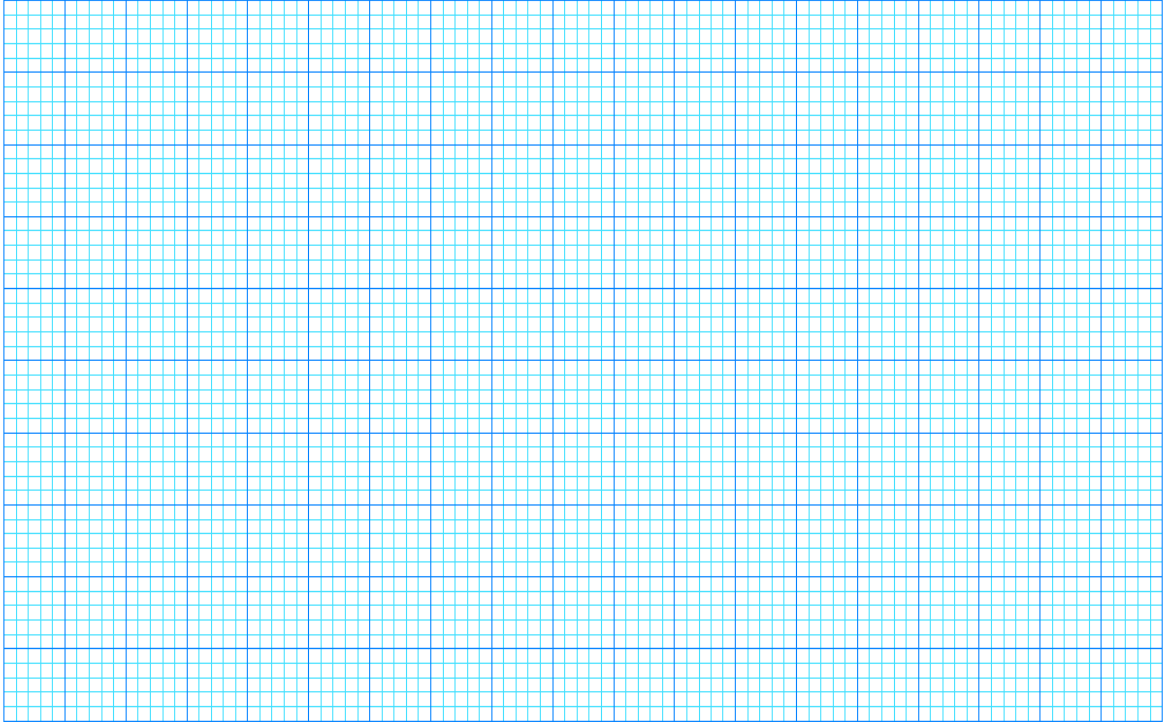
No:

Grup:

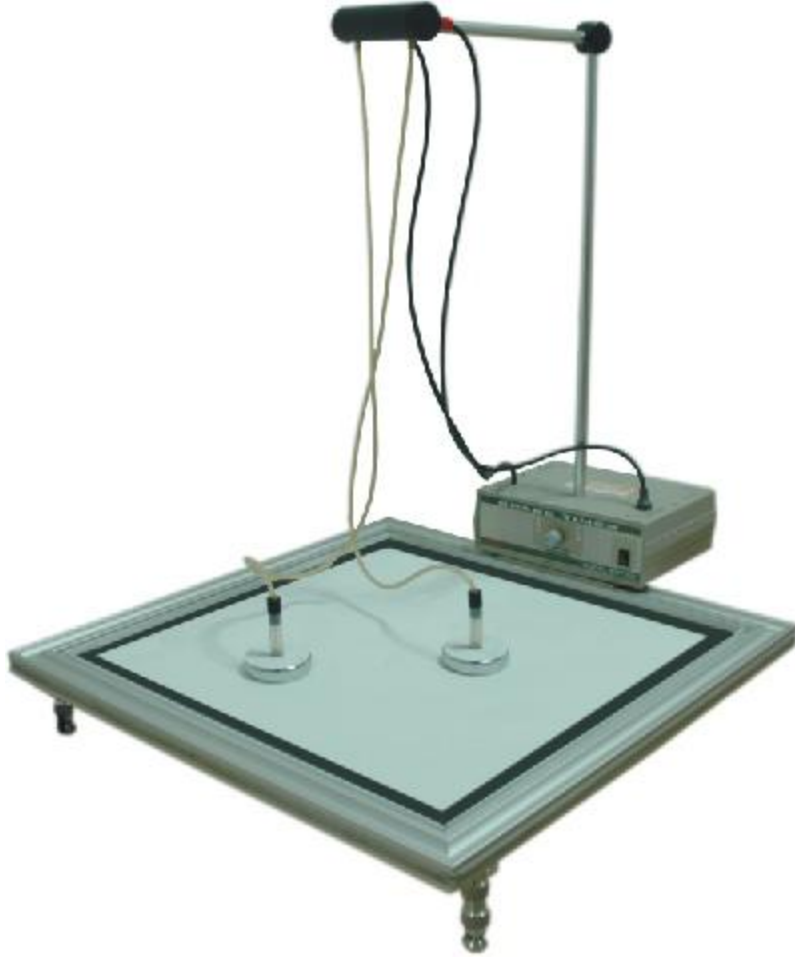
Tarih:

Periyot (sn)	Uzunluk (cm)
T_1 :	l_1 :
T_2 :	l_2 :
T_3 :	l_3 :
T_4 :	l_4 :
T_5 :	l_5 :

g_{teorik}	$g_{deneysel}$	% Hata



DENEY 6
ESNEK ve ESNEK OLMAYAN
ÇARPIŞMA



1.Amaç: Esnek ve esnek olmayan çarpışmalarda momentumun ve kinetik enerjinin korunumunun deneysel olarak incelenmesi

2.2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Momentumun korunumu ilkesi Newton'un ikinci yasasından çıkmaktadır. Momentumun korunumu ilkesi; bir sisteme uygulanan net dış kuvvet sıfır ise sistemin momentumunun zamana göre sabit olduğunu ifade eder.

Bir sistemin toplam enerjisi, sistemin herhangi bir andaki kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamı olup

$$E=K+U$$

eşitliği ile verilir. Eğer bir sistemde sadece korunumlu kuvvetler iş yapıyorsa, sistemin toplam enerjisinde ne bir azalma ne de bir artış meydana gelir. Sistemin toplam enerjisi sabit kalır (Enerjinin Korunumu Yasası).

Soru: Korunumlu Kuvvet ne demektir? Korunumlu Kuvvetlere örnek veriniz.

Dış kuvvet etkisinde olmayan iki cismin çarpışmasında momentum ve kinetik enerji korunuyorsa bu tür çarpışmaya **esnek çarpışma** denir. Esnek çarpışmalara örnek olarak bilye çarpışmaları ve oda sıcaklığında hava moleküllerinin kendilerini çevreleyen duvarlarla çarpışması oldukça esnek bir çarpışma olmasına rağmen makroskopik boyuttaki çarpışmalar yaklaşık olarak esnek çarpışmalardır. Gerçek anlamda esnek çarpışmalar atom ve atomaltı parçacıklar arasında oluşmaktadır.

Momentumun korunduğu kinetik enerjinin korunmadığı durumlardaki çarpışmaya **esnek olmayan çarpışma** denir. Bu çarpışmaya örnek olarak bir lastik topun katı bir yüzeye çarpışmasını verebiliriz. Lastik top çarpışma esnasında şekil değiştirerek kinetik enerjisinin bir kısmını potansiyel enerjiye dönüştürür. Bir diğer çarpışma ise tam esnek olmayan

çarpışmadır. Bu çarpışmada da esnek olmayan çarpışmada olduğu gibi momentum korunurken kinetik enerji korunmaz. Bu çarpışmanın esnek olmayan çarpışmadan farkı ise, çarpışan iki cismin çarpışmadan sonra birlikte hareket etmesidir.

Kütleleri m_1 ve m_2 hızları \vec{v}_1 ve \vec{v}_2 olan iki cismin esnek çarpışmasından sonra hızları \vec{u}_1 ve \vec{u}_2 olsun. Bu çarpışmada momentumu korunur.

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

Esnek çarpışmada kinetik enerji de korunur. Kinetik enerjinin korunumu aşağıdaki bağıntı ile verilmektedir.

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

Esnek çarpışmada momentum ve kinetik enerjinin korunumundan dolayı kütle merkezi de sabit \vec{V} hızıyla hareket etmektedir. Kütle merkezinin \vec{V}_{KM} hızı,

$$\vec{V}_{KM} = (m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)/(m_1 + m_2)$$

şeklinde verilir.

$m_1 = m_2$ durumunda ise

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

$v_1^2 + v_2^2 = u_1^2 + u_2^2$ olmaktadır. \vec{V}_{KM} kütle merkezi hızı

$$\vec{V}_{KM} = \frac{1}{2}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2) = \frac{1}{2}(\vec{u}_1 + \vec{u}_2) \text{ bağıntısı ile hesaplanabilir.}$$

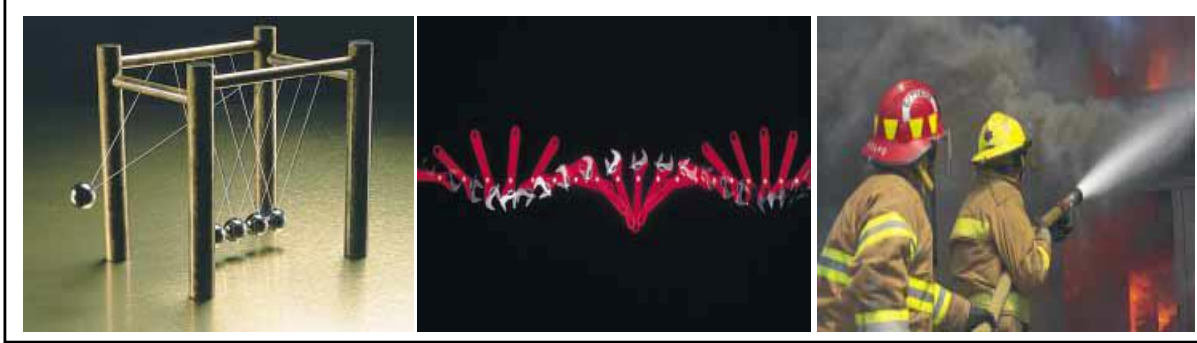
Esnek olmayan çarpışmalarda kinetik enerjide bir kayıp söz konusudur. Çarpışmadan önceki kinetik enerji K_1 ve çarpışmadan sonraki kinetik enerji K_2 olmak üzere

$$K_1 > K_2$$

dir ve toplam kinetik enerji farkı, ya ısı enerjisine dönüşür ya da çarpışan cisimlerde potansiyel enerji olarak depo edilir.

$$e = \frac{(K_1 - K_2)}{K_1}$$

bağıntısı esneklik katsayısı olarak tanımlanmaktadır.



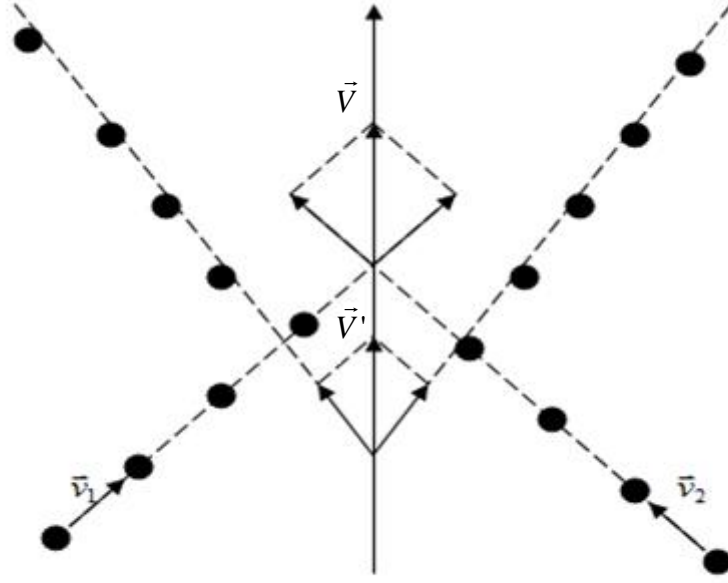
3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler

- ✓ Hava masası
- ✓ Veri kağıdı
- ✓ Hesap makinesi ve cetvel

4. Deneyin Yapılışı

4A. Esnek Çarpışma

- ✓ Hava masasını yatay konuma getirdikten sonra diskleri size yakın köşelerine koyunuz.
- ✓ Hava masasını çalıştırınız ve çarpışmanın ortada bir yerde olacak şekilde diskleri hafifçe hızlandırıp bırakınız. Ark pedalına, disklere hareket verdikten sonra basılmalıdır. Aksi durumda disklerin birbirine göre herhangi bir andaki konumlarını bulmanız güçleşir. Elde ettiğiniz izleri inceleyiniz.
- ✓ Cisimlerin çarpışmadan önceki ve sonraki hız vektörlerini Şekil 1.'de görüldüğü gibi iz kağıdı üzerine çizdikten sonra bu vektörlerin uzantılarının kesiştiği noktalar başlangıç olmak üzere bileşke vektörlerini çiziniz ve ölçüp not ediniz.
- ✓ Çarpışmadan önce ve sonra her bir cismin momentumunun korunduğunu gösteriniz.
- ✓ Çarpışma öncesi ve sonrası hız değerlerini hesaplayarak kinetik enerjinin korunduğunu gösteriniz.
- ✓ İz grafiğinde birbirine karşılık gelen noktaları gösteriniz. Hareket boyunca kütle merkezinin bulunduğu noktaları işaretleyiniz.
- ✓ Kütlelerin eşit olması durumunda kütle merkezinin hızını bulunuz.



Şekil 1. Çarpışmadan önce ve sonra cisimlerin hızları

$$\vec{V} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \text{ (Çarpışmadan önce)}$$

$$\vec{V}' = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 \text{ (Çarpışmadan sonra)}$$

DERS NOTLARI

5A.Sonuç ve Rapor:

Ad Soyad:

No:

Grup:

Tarih:

$t(s)=$	
$m_1(kg) =$	$m_2(kg) =$

Hesaplamalar

Çarpışmadan Önce		Çarpışmadan Sonra	
$\vec{v}_1 =$	$\vec{v}_2 =$	$\vec{u}_1 =$	$\vec{u}_2 =$
$K_1 =$	$K_2 =$	$K'_1 =$	$K'_2 =$
$\vec{P}_1 =$	$\vec{P}_2 =$	$\vec{P}'_1 =$	$\vec{P}'_2 =$

Soru 1: Kütle merkezi doğrusal bir yörünge boyunca hareket ediyor mu? Sizce bunun nedeni nedir?

Soru 2: ve (büyüklük ve yön bakımından) birbirine eşit oluyor mu? Eşit ise disklerin kütleleri için ne söyleyebilirsiniz? Bu sonuç momentum korunumunu gösterir mi?

4B. Esnek Olmayan Çarpışma

- ✓ Hava masasını yatay konuma getirdikten sonra disklerin etrafını yapışkan bantla sarınız ve diskleri hava masasının size yakın köşelerine koyunuz.
- ✓ Hava masasını çalıştırınız ve çarpışmanın ortada bir yerde olacak şekilde diskleri hafifçe hızlandırıp bırakınız. Ark pedalına, disklere hareket verdikten sonra basılmalıdır. Aksi durumda disklerin birbirine göre herhangi bir andaki konumlarını bulmanız güçleşir. Elde ettiğiniz izleri inceleyiniz.
- ✓ Cisimlerin çarpışmadan önceki ve sonraki hız vektörlerini Şekil 1.'de görüldüğü gibi iz kağıdı üzerine çizdikten sonra bu vektörlerin uzantılarının kesiştiği noktalar başlangıç olmak üzere bileşke vektörlerini çiziniz ve ölçüp not ediniz.
- ✓ Çarpışmadan önce ve sonra cisimlerin hızlarını hesaplayarak momentumunun korunduğunu gösteriniz.
- ✓ Çarpışma öncesi ve sonrası kinetik enerjinin korunmadığını gösteriniz.
- ✓ Esneklik katsayısını bulunuz.
- ✓ İz grafiğinde birbirine karşılık gelen noktaları gösteriniz. Hareket boyunca kütle merkezinin bulunduğu noktaları işaretleyiniz.
- ✓ Kütle merkezi için \vec{V} hızının büyüklüğünü ölçünüz ve kütle merkezi hız eşitliğinden de hesaplayıp karşılaştırınız.

DERS NOTLARI

5B.Sonuç ve Rapor:

Ad Soyad:

No:

Grup:

Tarih:

$t(s)=$	
$m_1(\text{kg}) =$	$m_2(\text{kg}) =$

Çarpışmadan Önce		Çarpışmadan Sonra	
$\vec{v}_1 =$	$\vec{v}_2 =$	$\vec{u}_1 =$	$\vec{u}_2 =$
$K_1 =$	$K_2 =$	$K'_1 =$	$K'_2 =$
$\vec{P}_1 =$	$\vec{P}_2 =$	$\vec{P}'_1 =$	$\vec{P}'_2 =$

DENEY 7

DÖNEM SONU GÖSTERİ DENEYLERİ



Arşimet: "Bana yeterli uzunlukta bir kaldıraç ve bir destek noktası verin, Dünyayı kaldırayım"

1- DİNAMOMETRE

2- PALANGALAR

3- KALDIRAÇLAR

4- EĞİK DÜZLEM

5- SÜRTÜNMELİ TORK

1.Amaç: Öğrencilerin yarışma formatında çeşitli deneyleri eğlenceli bir şekilde gözlemleyerek öğrenmeleri.

2. Ön Hazırlık

2.1. Giriş

Dönem sonunda gerçekleştirilecek olan bu aktivite, öğrencilerin dönem boyunca kazandıkları gözlem ve hesaplama yeteneklerini, farklı bakış açılarını ve görev paylaşımı yaparak verilen görevi en kısa sürede ve en doğru biçimde nasıl yapacaklarını öğretme ve test etme amaçlıdır. Bu etkinlik sonunda, öğrencilerin, dinamometrenin kullanımı, yay sabiti bulma, kalibrasyon, basit makinalarda iş kavramı, kuvvet kazancı, tork, potansiyel ve kinetik enerji, dönme momenti, korunumlu ve korunumsuz kuvvetler gibi kavramları öğrenmeleri sağlanacaktır.

Kuvvet: Hareket eden bir cismi durduran, duran bir cismi hareket ettiren, cisimlerin şekil, yön ve doğrultularını değiştiren yönü ve büyüklüğü olan etkiye kuvvet denir. Örneğin Dünya'nın, üzerindeki nesnelere yaptığı etkiye yerçekimi kuvveti denir.

Korunumlu kuvvet: Bir kuvvetin, herhangi iki nokta arasında hareket eden bir parçacık üzerinde yaptığı iş, parçacığın aldığı yoldan bağımsızsa; bu kuvvete korunumlu kuvvet denir. Kapalı bir yol boyunca, korunumlu bir kuvvetin parçacık üzerinde yaptığı iş sıfırdır. Kütle çekim kuvveti ve yayın çekme kuvveti korunumlu kuvvetlere örnek olarak verilebilir.

Korunumsuz kuvvet: Kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamı olarak tanımladığımız sistemin toplam enerjisinde bir değişime neden olan kuvvete korunumsuz kuvvet denir. Sürtünme kuvveti korunumsuz kuvvetlere bir örnektir.

Kuvvetten kazanç: Bir sistemin bir işi daha küçük bir kuvvetle yapmasına denir.

İş: Uygulanan kuvvet doğrultusunda cismin konumunda yapılan yer değiştirmeye iş denir.

$$W = \vec{F} \cdot \vec{x}$$

Kinetik enerji: Hareket eden cisimlerin sahip olduğu enerji şeklindedir. Örneğin, yukarı fırlatılan bir taş, maksimum noktaya ulaştığı ve yere düştüğü anlar hariç, hareketi süresince belirli bir kinetik enerjiye sahiptir.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Potansiyel enerji: Cisimlerin bir alandan buldukları fiziksel durumlardan ötürü depoladığı kabul edilen enerji türüdür. Örneğin, barajlarda biriken su, sıkıştırılan veya gerilen yay potansiyel enerji depolar.

$$E_p = mgh$$

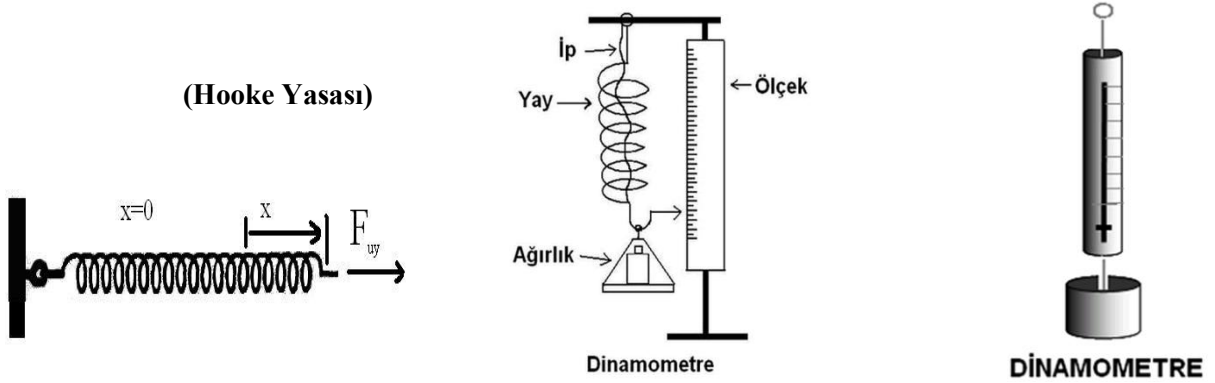
Kalibrasyon: Bir ölçüm aletinin daha doğru sonuçlar verecek şekilde belli bir standarda göre göstergesinin ayarlanmasına kalibrasyon denir.

Basit Makinalar: İş yaparken bir takım araçlardan faydalanırız. Bir basit makine, aletin bir noktasına bir dış kuvvet uygulandığında başka bir noktadaki cisme kuvvet uygulayan mekanik bir aygıttır. Basit makineler işleri yapmakta bir takım kolaylıklar sağlarlar. Fakat kuvvetten kazanç sağlandığında, yoldan kayıp ya da yoldan kazanç sağlandığında, kuvvetten kayıp meydana gelir. Bu olay sisteme etki eden korunumlu kuvvetlerin yaptığı iş sırasında enerjinin korunduğunu gösterir. Bu araçlar kerpeten, kaldıraç, el arabası, palanga, makas, vida gibi araçlardır. Bu tip araçlara basit makineler denir.

2.2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

1- DİNAMOMETRE

Dinamometre, metallerin esneklik katsayısından yararlanılarak yapılan, kuvvet ölçmeye yarayan bir alettir. Çalışma prensibini Hooke yasası açıklar. Hooke yasasına göre, yayın esneklik sınırlarına kadar, yaya etki eden kuvvet yayda, büyüklüğüyle orantılı bir uzama meydana getirir. Bu orantı sabitine yay sabiti denir ve k ile gösterilir.



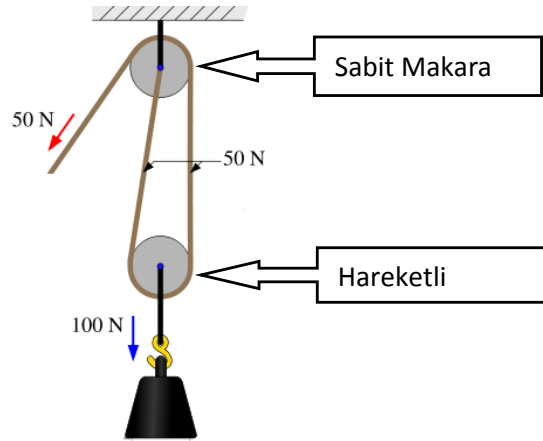
Okuma Parçası: Ağırlık ve kütle çok karıştırılan iki niceliktir. Ağırlık, cismin kütlesine (birimi kg dır), yerçekimi ivmesinin etki etmesiyle yerin merkezine doğru oluşan kuvvettir (birimi Newton'dur). Bu nedenle "bana 2 kg ağırlığında elma ver" cümlesindeki ağırlık tabiri yanlıştır. Çünkü ağırlığın birimi Newton olmalıdır. Özellikle köy pazarlarında, satıcıların, alacağımız ürünün ağırlığını ölçmek için, ürünü elindeki bir alete astığını gözlemlemiştinizdir. İşte bu alet, esasta, aldığımız ürünün kütlesine etki eden yerçekimi kuvvetini ölçer ve dinamometre olarak adlandırılır. Fakat gösterge çizelgesi kuvvet yerine kütleyle çevirilerek ölçeklendirilmiştir. Yani dinamometrenin esas ölçtüğü şey kütleyle etki eden yerçekimi kuvvetidir ve ölçüldüğü yerdeki yerçekimi ivmesine bağlıdır. Bu nedenle kütle çizelgesi olan dinamometreler aynı kütleyle ekvator ve kutuplarda farklı farklı ölçebilirler.



2- PALANGALAR

Hareketli makaralar: Sabit bir noktaya asılan ve dönerek cisimlerin hareket etmelerini kolaylaştıran makaraya, sabit makara denir. Cisim, ancak kendi ağırlığına eşit bir kuvvetle kaldırılabilir yani kuvvet kazancı yoktur. Fakat kuvvetin yönünü değiştirebilme imkanını verdiği için iş yapma kolaylığı sağlar.

Hareketli makaralar: Makaranın dönme eksenine bağlanan yüklerle birlikte hareket eden makaralardır. Bu makaralarda makara sistemlerine ve sayısına göre kuvvetten belirli bir kazanç sağlanır.



Okuma Parçası: Palangaların en sık kullanıldığı yerlerden biri yelkenli tekneleridir. Normalde bir insanın çekebileceği ağırlıktan daha ağır nesnelere kaldırabilmesi için farklı özelliklere sahip palangaları bolca kullanılır. Aşağıda şekilde görülen farklı palangalar, denizcilik dilinde farklı isimlere sahiptir.

1-Tek basit makara

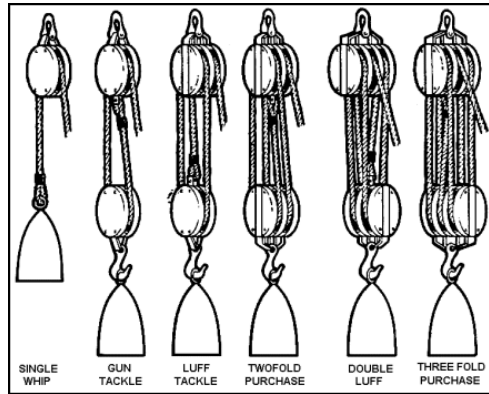
2- Subye

3-Kabasorta

4-Trifil

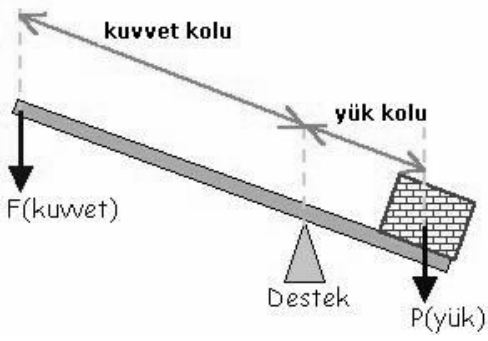
5-Manişka(duble makaralı)

6-Palanga (çoklu makaralı)



3- KALDIRAÇLAR

Bir destek noktası etrafında dönebilen sağlam yapılı çubuktan oluşan düzeneğe kaldıraç denir. Kaldıraçta kuvvetin destek noktasına olan uzaklığına kuvvet kolu, yükün destek noktasına olan uzaklığına da yük kolu denir ve aşağıdaki denklemi belirli koşullar altında her zaman sağlar. Kaldıraçlar esasında moment kavramına göre çalışırlar. Bir kuvvetin bir noktaya veya bir eksene göre döndürme etkisine o kuvvetin momenti denir.



Bir kuvvetin momenti;

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

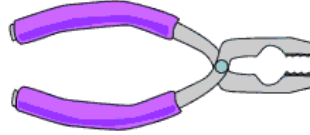
formülü ile hesaplanır. Buradaki vektörel çarpımdan, kuvvetin destek noktasına olan dik bileşeninin ya da kuvvetin destek noktasına olan dik uzaklığının alınması gerektiği görülebilir. Bu nedenle moment, büyüklük olarak

$$M = |\vec{F}| \cdot |\vec{r}| \cdot \sin \theta$$

formülü yardımıyla hesaplanır.

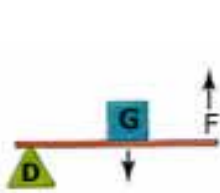
Kaldıraçlar kuvvet, yük ve desteğin konumuna göre 3 farklı şekilde incelenebilirler.

1. Desteğin ortada olduğu kaldıraçlar



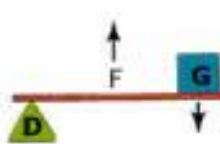
Bu kaldıraçlarda destek ortadadır. Makas, pense, tahterevalli gibi aletler bu kaldıraçlara örnektir.

2. Yükün ortada olduğu kaldıraçlar



Bu kaldıraç türlerinde yük ortada bulunur. Günlük hayatta kullandığımız fındık kırıcıları, menteşeli kapılar, el arabaları bu türden kaldıraçlara örnek olarak verilebilir.

3. Kuvvetin ortada olduğu kaldıraçlar

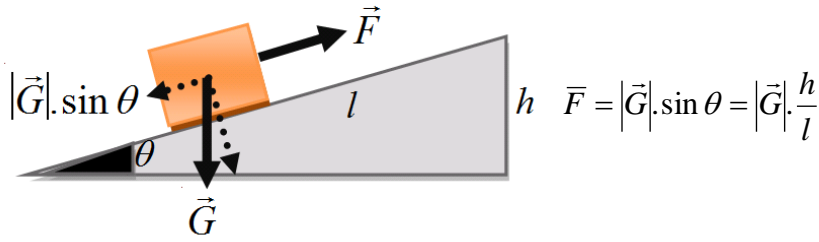


Kuvvetin orada bulunduğu kaldıraçlara örnek olarak tenis raketi, cımbız ve tırnak makası gibi araçlar verilebilir

Okuma Parçası: Mancınık, (Katapult) Orta Çağda savaşlarda ve kuşatmalarda, duvarları hasara uğratmak için kullanılan, bir kol kullanılarak uzak mesafelere fırlatmalar yapabilen kuşatma makineleridir. Mancınık, MÖ. 5. ile 3. yüzyılda Çin'de icat edilmiştir. Mancınığın çalışma mekanizmasının temelinde moment vardır. Kısa kuvvet koluna sahip büyük bir kuvvet (sağda görülen tahta bölme içindeki büyük kütlenin ağırlığı) uzun kuvvet koluna sahip küçük bir kütleye, moment kurallarına göre daha fazla yer değiştirme yapmasına neden olacak ve bu sayede hız kazanan kütlenin daha uzağa fırlatılmasını sağlayacaktır.



4- EĞİK DÜZLEM



Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi G yükünü h kadar yükseğe çıkarmak için l kadar mesafe gitmek gerekirken yükü bu mesafeye kaldırmak için gerekli kuvvet $\frac{h}{l}$ kadar küçülmektedir.

Yani yapılan iş, yerçekimi kuvveti korunumlu bir kuvvet olduğu için sabittir.

5- SÜRTÜNMELİ TORK

Enerjinin korunumu yasası, enerjinin yoktan var ve tamamen yok edilemeyeceğini, ancak başka şekillere dönüşebileceğini söyler. Bu ilke daha sonra termodinamiğin birinci yasası olarak anılmaya başlanmıştır. Bir cisme sadece korunumlu kuvvetler etkiyorsa hareket süresince cismin potansiyel enerjisi ile kinetik enerjisi değişebilir. Ancak potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamı olan mekanik enerji sabit kalır. Buna mekanik enerjinin korunumu denir. Sisteme herhangi bir korunumlu olmayan kuvvet etkirse mekanik enerjinin korunumu artık söz konusu olamaz. Ancak mekanik enerjiden daha kapsamlı bir kavram olan enerjinin korunumu tüm koşullarda geçerli olan bir ilkedir.

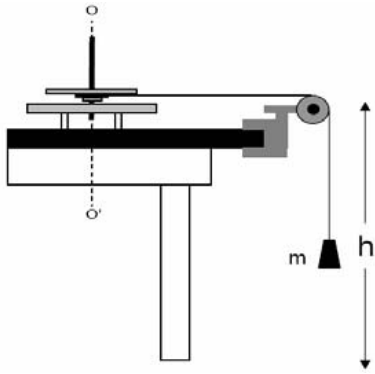
Bir sistemin iç enerjisindeki artış (ΔU): sisteme verilen ısı (Q) ile, sistemin çevresine uyguladığı iş (W) arasındaki farktır.

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W$$

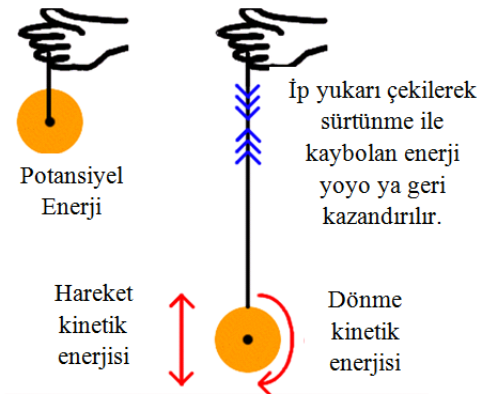
Toplam enerji, maddenin yapısına bağlı iç enerji (U) ve koordinat eksenlerine bağlı olan kinetik enerji (E_K) ve potansiyel enerji (E_p) olarak ayrılabilir.

$$E = U + E_K + E_p$$

Sürtünme kuvvetinin korunumsuz bir kuvvet olduğundan daha önce bahsetmiştik. Bu nedenle sürtünmeli tork deneyinde mekanik enerji korunmaz. Toplam enerjinin korunumunu göz önünde bulundurarak aşağıda resmi görülen sistemin enerjisini yorumlamaya çalışacağız. Aşağıda şematik olarak gösterilen sistem, düşey bir eksen etrafında dönebilen disk şeklinde bir tabla ile h yüksekliği boyunca düşen bir m kütesinden oluşmuştur. m kütesinin ağırlığı r yarıçaplı bir makaraya sarılı olan ipı çekerek, tablayı döndürür.



Okuma Parçası: Yoyo, iki adet eş ağırlıklı halkanın ortalarından bir metal veya tahta çubuk ile tutturulmaları ve bu çubuğa ip sarılması ile oynanır hale gelen bir oyuncaktır. İlk olarak Çin'de kullanıldığı düşünülen bu aletin ilk tarihi kaydı M.Ö. 500 yıllarında Yunan metinlerinde görülmektedir. Bunun yanında 16. Yy da Filipinli avcılar tarafından silah olarak kullanıldığı da yine tarihe geçmiştir. 18. Yy da Avrupa'ya geldiği düşünülen yoyo sonraki gelişim sürecini burada devam etmiş ve günümüzdeki yerini almıştır. Çocuklar tarafından oynanan bu güzel oyuncağın şaşırtıcı hareketinin fiziki açıklamasını yapacağımız deneyle anlamış olacağız.



3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

- ✓ Dinamometre deney seti
- ✓ Palangalar Deney seti
- ✓ Kaldıraçlar Deney Seti
- ✓ Eğik Düzlem Deney Seti
- ✓ Sürtünmeli tork Deney Seti
- ✓ Kronometre
- ✓ Cetvel

4. Deneyin Yapılışı:

- ✓ Rasgele dörderli gruplar oluşturulacaktır.
- ✓ Her grup kendine bir isim verecektir.
- ✓ Her grup kendi içinden bir “sözcü” ve “gözcü” seçecektir.

Gözcü: Deney setini grup adına gelip inceleyecek kişidir.

Sözcü: Grup adına soru çözümlerini söyleyecek ve tartışacak kişidir.

- ✓ Her grup elemanlarına birer boş kağıt dağıtılacaktır.
- ✓ Her soru için gözlem ve hesaplama süreleri öğrencilere verilecektir.
- ✓ Süre sonunda kağıtlar toplanacak ve cevaplar tartışılacaktır.
- ✓ Sonuçlar öğrencilere duyurularak her gruba başarısına göre belirlenen bir puan verilecektir.
- ✓ Aldıkları toplam puanlara ve grup içi çalışmalarına göre her öğrenci ayrı ayrı değerlendirilecektir.