

11 Fizik



Meltem Kayalı

 **PANDÜL**
YAYINLARI

başarılar



Kitabın Adı:

11. Sınıf Fizik Kitabı

Yazar:

Meltem Kayalı

1. Baskı Ağustos 2020 / ISBN: 978-605-06594-4-3

Yayın ve Dağıtım:

HTM Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.
Arıkanlar Bulvarı Ticaret Merkezi 1495. Cadde No: 3/8
İvedik/ANKARA
Tel: (312) 223 30 92 Mail: htm@htmyayincilik.com

Yayıncı Sertifika No: 47539

Baskı:

Göktuğ Ofset Yayıncılık Matbaacılık Tic. Ltd. Şti
Zübeyde Hanım Mah. Sedef Cad. No: 1 İskitler / Altındağ/ANKARA
Matbaa Sertifika No: ???

Yayın Hakları:

© HTM Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Yayınevinden yazılı izin alınmadan kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz, kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz .

Sevgili Öğrenciler,

Bilindiği üzere 2018 – 2019 Eğitim Öğretim yılında Fizik dersi müfredatı programı değişti. Bu değişimin amacı öğrencilerin ezberden çok, yaparak, yaşayarak ve anlayarak öğrenmesi idi.

2018 yılında üniversite seçme sınavı da değişti. TYT (Temel Yeterlilik) ve AYT (Alan Yeterlilik) sınavı olmak üzere iki etaba ayrıldı.

Hem müfredat programı değişikliği hem de üniversite sınavındaki değişimi göz önünde bulundurarak, M.E.İ kazanımlarına uygun bir fizik kitabı hazırladık.

Bu kitapta aradığınız her bilgiye ulaşacak, örnek sorularla bu bilgileri pekiştirecek, test soruları ile kendinizi deneyeceksiniz.

Hazırladığımız bu kitapta hedefimiz sizlerin okul başarısını artırmak aynı zamanda YKS sınavına hazırlanmanızı sağlamaktır.

Kitabımızın siz sevgili öğrencilerimize faydalı olmasını umut ediyorum, hepinize yürekten başarılar diliyorum.

Meltem KAYALI

İÇİNDEKİLER

ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.1. Vektörler.....	7
1.1.1. Skaler ve Vektörel Büyüklükler.....	8
1.1.2. Vektörlerin Gösterimi.....	8
1.1.3. Vektörlerin Bileşkesi.....	9
1.1.4. Vektörlerin İki Boyutlu Kartezyen Koordinat Sisteminde Bileşenlerinin Büyüklüğünün Hesaplanması.....	13
1.2. Bağlı Hareket.....	20
1.2.1. Sabit Hızlı İki Cismin Birbirine Göre Hareketi.....	20
1.2.2. Hareketli Ortamda Sabit Hızlı Cisimlerin Farklı Gözlem Çerçevesine Göre Hareketi.....	24
1.3. Newton'ın Hareket Yasaları.....	32
1.3.1. Net Kuvvetin Yönü ve Büyüklüğü.....	32
1.3.2. Sürtünme Kuvveti.....	34
1.3.3. Eylemsizlik Kuvvetinin Uygulamaları.....	49
1.4. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket.....	56
1.4.1. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket Grafikleri.....	57
1.4.2. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket Denklemleri.....	62
1.4.3. Yerin Çekim Alanında Tek Boyutlu Hareketler (Atışlar).....	71
1.4.4. Serbest Düşme Hareketi.....	71
1.4.5. Havanın Direnç Kuvveti ve Limit Hız.....	73
1.4.6. Sabit İvmeli İlk Hızı Olan Düşüş Doğrultudaki Hareket.....	79
1.5. İki Boyutta Hareket.....	88
1.5.1. Yatay Atış Hareketi.....	88
1.5.2. Eğik Atış Hareketi.....	91
1.6. Enerji ve Hareket.....	99
1.6.1. İş Enerji İlişkisi.....	99
1.6.2. Kinetik Enerji ve Potansiyel Enerji.....	102
1.6.3. Hooke Yasası.....	106
1.6.4. Mekanik Enerjinin Korunumu.....	109
1.6.5. Sürtünmeli Yüzeylerde Enerji Korunumu.....	110

1.7. İtme ve Çizgisel Momentum.....	117
1.7.1. İtme Nedir?	117
1.7.2. Momentum Nedir?	118
1.7.3. İtme ve Momentum Arasındaki İlişki.....	118
1.7.4. Momentumun Korunumu	121
1.7.5. Momentum – Kinetik Enerji İlişkisi.....	123
1.7.6. Çarpışmalar	124
1.7.7. Roketler	132
1.8. Tork ve Denge	135
1.8.1. Tork Nedir?	135
1.8.2. Tork Vektörünün Yönü (Sağ El Kuralı)	137
1.8.3. Cisimlerin Denge Şartları	140
1.9. Kütle Merkezi ve Ağırlık Merkezi	150
1.9.1. Kütle Merkezi.....	150
1.9.2. Ağırlık Merkezi.....	150
1.10. Basit Makineler	164
1.10.1. Kaldıraçlar	165
1.10.2. Sabit ve Hareketli Makaralar	167
1.10.3. Palangalar.....	169
1.10.4. Eğik Düzlem.....	171
1.10.5. Vida	172
1.10.6. Çıkrık.....	174
1.10.7. Kasnaklar.....	175
1.10.8. Dişli Çarklar	177

ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.1. Elektriksel Kuvvet ve Elektrik Alanı.....	183
2.1.1. Elektriksel Kuvvet ve Coulomb Yasası.....	183
2.1.2. Noktasal Yük İçin Elektrik Alan	186
2.2. Elektriksel Potansiyel.....	193
2.2.1. Noktasal Yüklerin Elektrik Potansiyel Enerjisi	193
2.2.2. Noktasal Yüklerin Elektrik Potansiyeli.....	194

2.2.3. Yüklü İletken Kürenin Elektriksel Potansiyeli.....	196
2.2.4. Elektriksel İş.....	198
2.3. Düzgün Elektrik Alan ve Sığa.....	204
2.3.1. Paralel Levhalar Arasındaki Düzgün Elektrik Alan.....	206
2.3.2. Sığa (Kapasite).....	210
2.3.3. Sığaçlar.....	211
2.4. Manyetizma ve Elektromanyetik İndükleme.....	217
2.4.1. Düz Telin Çevresindeki Manyetik Alan.....	217
2.4.2. Akım Taşıyan Çemberin Merkezindeki Manyetik Alan.....	219
2.4.3. Bir Selenoid Eksenindeki Manyetik Alan.....	219
2.4.4. Manyetik Kuvvet.....	222
2.4.5. Akım Taşıyan Halkaya Etki Eden Tork.....	226
2.4.6. Manyetik Alan İçinde Hareket Eden Yüklü Parçacıklara Etki Eden Kuvvet.....	227
2.5. Elektromanyetik İndükleme.....	233
2.5.1. Manyetik Akı.....	233
2.5.2. Manyetik Akı Değişiminden Doğan İndüksiyon Elektromotor Kuvveti.....	234
2.5.3. İletken Çubuğun Uçları Arasındaki Elektromotor Kuvveti.....	237
2.5.4. Lenz Kanunu (İndüksiyon Akımının Yönü).....	239
2.5.5. Özindüksiyon Akımı ve Özindüksiyon Elektromotor Kuvveti.....	241
2.5.6. Lorentz Kuvveti.....	243
2.6. Alternatif Akım ve Transformatörler.....	248
2.6.1. Alternatif Akım ile Doğru Akımın Karşılaştırılması.....	248
2.6.2. Alternatif Akımda Frekans ve Etkin Değer.....	249
2.6.3. Alternatif Akım Devresinde Direnç.....	250
2.6.4. Alternatif Akım Devresinde Sığaç.....	250
2.6.5. Alternatif Akım Devresinde Bobin.....	250
2.6.6. Alternatif Akım Devrelerinde Empedans.....	251
2.6.7. Transformatörler.....	252
Sıra Sizde Çözümleri.....	256
Etkinlik Yanıtları.....	264
Yanıt Anahtarları.....	266

ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.1. VEKTÖRLER

1.1.1. Skaler ve Vektörel Büyüklükler

1.1.2. Vektörlerin Gösterimi

1.1.3. Vektörlerin Bileşkesi

1.1.4. Vektörlerin İki Boyutlu Kartezyen Koordinat Sisteminde Bileşenlerinin Büyüklüğünün Hesaplanması

1.1. VEKTÖRLER

1.1.1. SKALER VE VEKTÖREL BÜYÜKLÜKLER

Fizikte büyüklükler iki sınıfta incelenir.

1 Skaler Büyüklükler: Yalnızca sayı ve birim ile ifade edildiğinde anlaşılabilen büyüklüklerdir. Kütle, sıcaklık, enerji, güç, uzunluk, zaman gibi büyüklükler büyüklüklerdir.

2 Vektörel Büyüklükler: Sayı ve biriminin yanında, bilinmesi gereken büyüklüklerdir. Kuvvet, ağırlık, yer değiştirme, hız, momentum, manyetik alan gibi büyüklükler vektörel büyüklüklerdir.

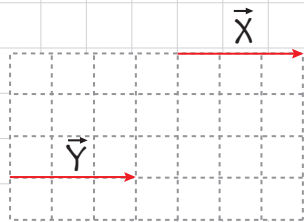


Vektörel büyüklükler büyüklüklerdir.
Vektörler yönlendirilmiş doğru parçası ile gösterilir.

\vec{A} : A vektörü
O : Başlangıç noktası

Vektörlerin Genel Özellikleri

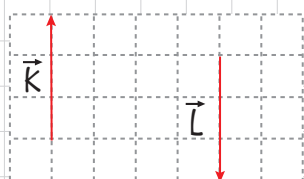
Eşit Vektörler: Doğrultuları, yönleri ve büyüklükleri olan vektörlerdir.



Şekildeki \vec{X} ve \vec{Y} vektörleri eşit vektörlerdir.

$$\vec{X} = \vec{Y} \text{ ile ifade edilir.}$$

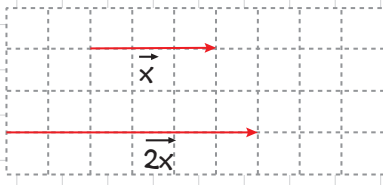
Zıt Vektörler: Doğrultuları ve büyüklükleri aynı, yönleri ters olan vektörlerdir.



Şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörleri zıt vektörlerdir.

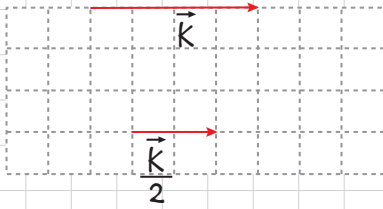
$$\vec{K} = -\vec{L} \text{ veya } \vec{L} = -\vec{K} \text{ ile ifade edilir.}$$

- ✓ **Vektörlerin Skaler Sayı İle Çarpılması:** Vektörler bir skaler sayı ile çarpıldığında, yeni vektörün doğrultusu ve yönü değişmez ancak büyüklüğü



Şekilde \vec{X} vektörü 2 ile çarpılmıştır.

- ✓ **Vektörlerin Bir Skaler Sayıya Bölünmesi:** Vektörler bir skaler sayıya bölüldüğünde yeni vektörün doğrultusu ve yönü değişmez ancak büyüklüğü



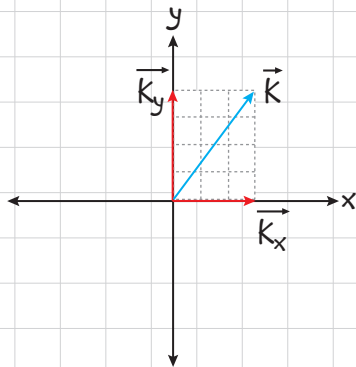
Şekilde \vec{K} vektörü 2'ye bölünmüştür.

- ✓ **Bileşke Vektör (R):** Birden fazla vektörün bileşke vektör denir. \vec{R} ile gösterilir.

1.1.2. VEKTÖRLERİN GÖSTERİMİ

a) İki Boyutlu Koordinat Sisteminde Vektörlerin Çizimi

\vec{K} vektörünün, iki boyutlu x, y koordinat sisteminde gösterimi şekildeki gibidir.



$$\vec{K} = \vec{K}_x + \vec{K}_y$$

\vec{K}_x : \vec{K} vektörünün x eksenindeki bileşeni = 3 br

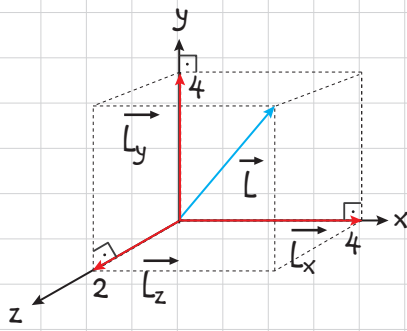
\vec{K}_y : \vec{K} vektörünün y eksenindeki bileşeni = 4 br

\vec{K} vektörünün büyüklüğü: Pisagor bağıntısı ile bulunur.

$$K^2 = 3^2 + 4^2$$

$$K = 5 \text{ birimdir.}$$

b) Üç Boyutlu Kartezyen Koordinat Sisteminde Vektör Çizimi



Şekildeki \vec{L} vektörünün x, y, z eksenlerindeki bileşimleri;

L_x , L_y ve L_z 'dir.

\vec{L} nün büyüklüğü;

$\vec{L} = \vec{L}_x + \vec{L}_y + \vec{L}_z$ ile bulunur.

$$L^2 = L_x^2 + L_y^2 + L_z^2$$

$$L^2 = 4^2 + 4^2 + 2^2$$

$$L = 6 \text{ birim}$$

➔ \vec{L} vektörünün başlangıç noktası orijindir. Şekildeki koordinatları (4, 4, 2) olarak verilen \vec{L} vektörünü çizerken; kenarları x, y, z eksenleri üzerinde olan ve kenar uzunlukları ise 4 br, 4 br ve 2 br olan dikdörtgenler prizmasından faydalanılır.

1.2.3. VEKTÖRLERİN BİLEŞKESİ

Paralel Kenar Yöntemi: Vektörler bir noktadan başka bir noktaya, doğrultuları ve değişmeyecek şekilde taşınabilir.

Paralel kenar yönteminde, iki vektörün başlangıç noktası olacak şekilde vektörler bir noktaya taşınır. Her vektörün ucundan diğer vektöre paralel çizilip paralel kenar oluşturulur. Vektörlerin başlangıç noktasından başlayan köşegen, bileşke vektördür. (\vec{R})



Bileşke vektörünün büyüklüğü;

$$\vec{R} = \vec{x} + \vec{y}$$

$$|R| = \sqrt{x^2 + y^2 + 2x \cdot y \cdot \cos\alpha}$$

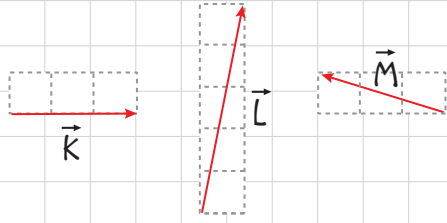
Kosinüs Teoremi ile bulunur.

α = vektörler arasındaki açı

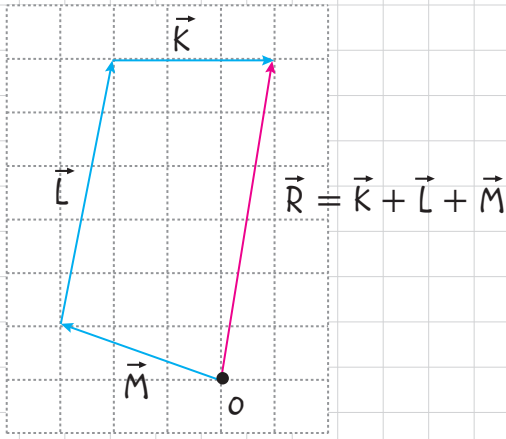
$x = \vec{x}$ vektörünün büyüklüğü

$y = \vec{y}$ vektörünün büyüklüğü

2 Uç Uca Ekleme Metodu : Herhangi bir vektörden başlayarak, bir vektörün bitiştiği yerde diğer vektörün olacak şekilde vektörler uç uca eklenir. İlk vektörün başlangıç noktası ile son vektörün bitiş noktasını birleştiren vektör **Bileşke Vektörü** (\vec{R}) verir. Vektörler uç uca eklenirken vektörlerin sırası



Şekildeki K, L, M vektörlerini uç uca ekleyerek bileşke vektörü bulalım.



Vektörler uç uca eklenirken, istenilen vektörden başlanabilir.

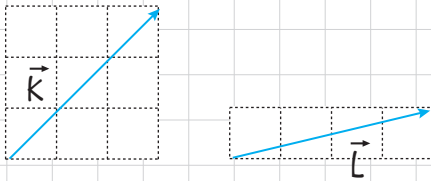
3 Bileşenlerine Ayırma Metodu : Vektörleri x ve y dik bileşenlerine ayırarak her vektörün x ve y bileşenleri bulunur.

- ✓ Tüm vektörlerin x bileşenleri toplanıp bileşkenin bileşeni bulunur.
- ✓ Tüm vektörlerin y bileşenleri toplanıp bileşkenin bileşeni bulunur.

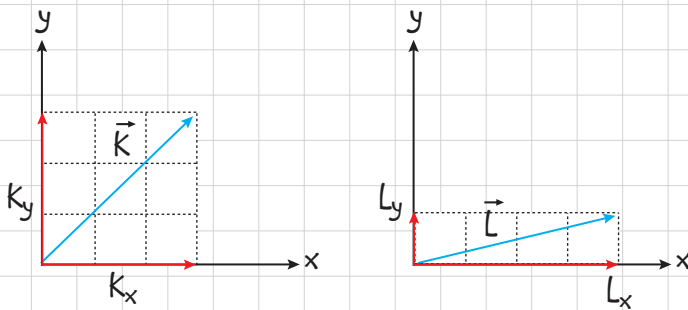
$$\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y$$

\vec{R}_x vektörü ile \vec{R}_y vektörünün toplamı bileşke vektörü (\vec{R}) verir.

ÖRNEK:



\vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin bileşkesini, bileşenlerine ayırma metodu ile bulalım.



	x	y
$\vec{K} :$	+3	+3
$+ \vec{L} :$	+4	+1
$\vec{K} + \vec{L} :$	7	4
	↓ $ \vec{R}_x $	↓ $ \vec{R}_y $

\vec{R} (bileşke) vektörünün büyüklüğünü pisagor bağıntısına göre bulalım.

$$|\vec{R}| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{7^2 + 4^2} = \sqrt{65} \text{ birim olur.}$$

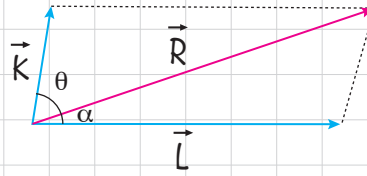


✓ Doğrultuları aynı olan iki vektör arasındaki açı 0° iken bileşke vektör en değerini alır.

✓ Doğrultuları aynı olan iki vektör arasındaki açı 180° iken bileşke vektör en değerini alır.

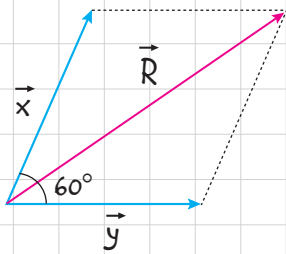
✓ İki vektörün bileşkesinin büyüklüğü; vektörlerin toplamından büyük, vektörlerin farkından olamaz.

✓ Aralarında açı bulunan vektörlerin bileşkesi, büyük vektöre daha yakındır.



$\theta > \alpha$ olduğundan
 $\vec{L} > \vec{K}$ 'dür.

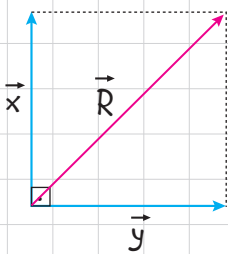
5 İki vektör eşit ve aralarındaki açı 60° ise bileşke vektörün büyüklüğü, vektörlerden birinin büyüklüğünün $\sqrt{3}$ katına eşittir.



$$|\vec{x}| = |\vec{y}|$$

$$|R| = |x|\sqrt{3} = |y|\sqrt{3}$$

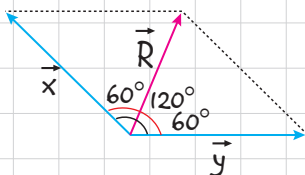
6 İki vektör eşit ve aralarındaki açı 90° ise bileşke vektörün büyüklüğü, vektörlerden birinin büyüklüğünün $\sqrt{2}$ katına eşittir.



$$|\vec{x}| = |\vec{y}|$$

$$|R| = |x|\sqrt{2} = |y|\sqrt{2}$$

7 İki vektör eşit ve aralarındaki açı 120° ise bileşke vektörün büyüklüğü, vektörlerden birinin büyüklüğüne eşittir.

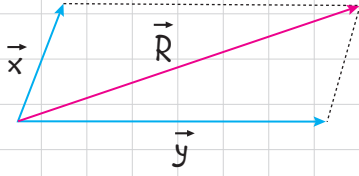


$$|\vec{x}| = |\vec{y}|$$

$$|R| = |x| = |y|$$

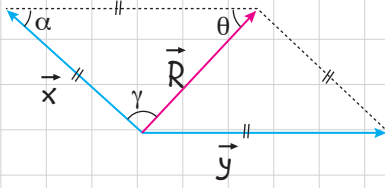
8 İki vektör arasındaki açı büyüdükçe bileşke vektör küçülür.

- 9 İki vektör arasındaki açı 90° den küçük ise bileşke vektör her iki vektörden daha büyüktür.



$$|\vec{R}| > |\vec{x}| ; |\vec{R}| > |\vec{y}|$$

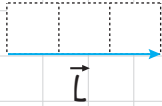
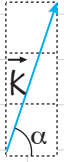
- 10 İki vektör arasındaki açı 90° den büyükse bileşke vektörün büyüklüğü hakkında Bu durumda vektörlerin karşısındaki açılara bakılır. Büyük açının karşısındaki kuvvet



Açılar arasında $\alpha > \theta > \gamma$ ilişkisi olsun. Bu durumda,

$$|\vec{R}| > |\vec{x}| > |\vec{y}| \text{ dir.}$$

Vektörlerin Çıkarılması (Vektörlerin Farkı)

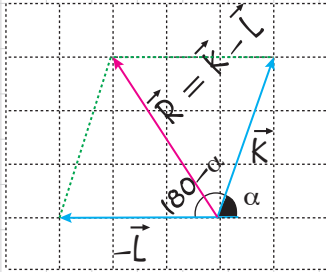


Şekildeki \vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin farkını bulalım.

$\vec{K} - \vec{L}$ vektörünü bulmak için iki yol vardır.

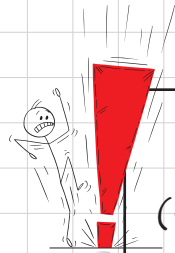
1. Yöntem

✓ Önünde (-) olan vektör çevrilerek vektörler toplanır.



Bileşke vektörünün büyüklüğü

$$|\vec{R}| = \sqrt{K^2 + L^2 - 2K \cdot L \cdot \cos\alpha}$$



Matematik Bilgi:

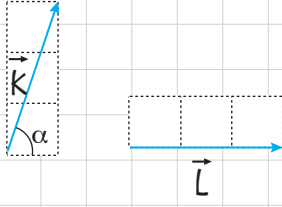
Birbirini 180° ye tamamlayan açılarının kosinüsleri birbirinin (-) işaretlisidir.



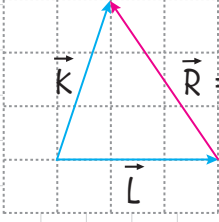
Matematik Bilgi:

Birbirini 90° ye tamamlayan açılardan birinin kosinüsü diğeri'nin sinüsünü verir.

II. Yöntem

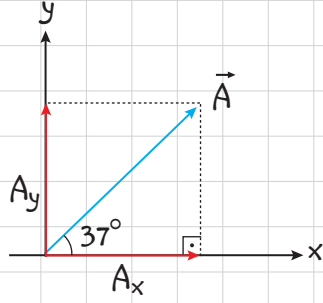


$\vec{K} - \vec{L}$ vektörü bulunurken, vektörlerin başlangıç noktaları olacak şekilde vektörler bir noktaya taşınır. Çıkan vektörün bitiş noktasından diğer vektörün bitiş noktasına çizilen ok, vektörlerin farkını verir.



$\vec{R} = \vec{K} - \vec{L}$ Bileşke vektörün büyüklüğü faydalanılarak bulunur.

1.1.4. VEKTÖRLERİN İKİ BOYUTLU KARTEZYEN KOORDİNAT SİSTEMİNDE BİLEŞENLERİNİN BÜYÜKLÜĞÜNÜN HESAPLANMASI



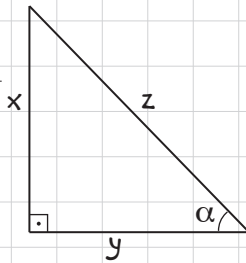
Şekildeki \vec{A} vektörünün \vec{A}_x ve \vec{A}_y bileşenlerinin büyüklüğünü aşağıdaki gibi bulabiliriz.

$$|A_x| = |A| \cos 37$$

$$|A_y| = |A| \sin 37$$



Matematik Bilgi:



Şekildeki dik üçgenin kenar uzunlukları x, y, z olsun.

$$\cos \alpha = \frac{\text{komşu dik kenar}}{\text{hipotenüs}} = \frac{y}{z}$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{karşı dik kenar}}{\text{hipotenüs}} = \frac{x}{z}$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{karşı dik kenar}}{\text{komşu dik kenar}} = \frac{x}{y}$$

ile bulunur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Büyüklikleri 7N ve 5N olan iki kuvvetin bileşkesinin en büyük değeri R_1 , en küçük değeri R_2 'dir.

Buna göre $\frac{R_1}{R_2}$ oranı kaçtır?

Çözüm:

İki vektörün bileşkesinin en büyük değer alabilmesi için vektörler arasındaki açı 0° olmalıdır. Bu durumda bileşke vektörün büyüklüğü, vektörlerin büyüklükleri toplamıdır.



$$|F_1| = 5N \quad |R_1| = |F_1| + |F_2|$$



$$|F_2| = 7N \quad |R_1| = 5N + 7N = 12N$$

İki vektörün bileşkesinin en küçük değeri alabilmesi için vektörler arasındaki açı 180° olmalıdır. Bu durumda bileşke vektörün büyüklüğü, vektörlerin büyüklükleri farkıdır.



$$|F_2| = 7N \quad |R| = |F_2| - |F_1|$$



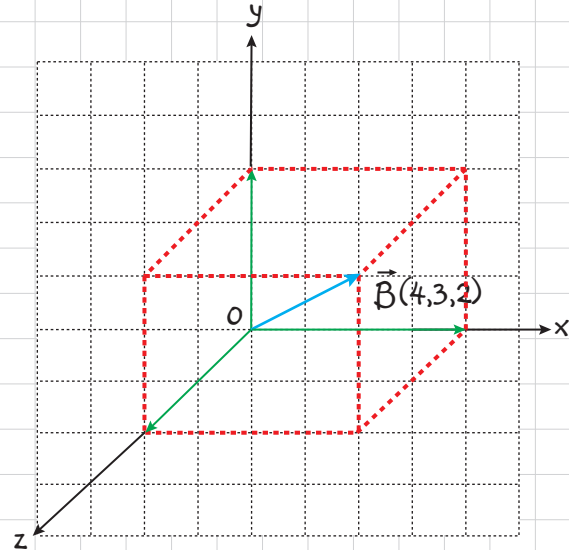
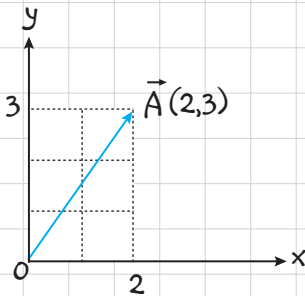
$$|F_1| = 5N \quad |R| = 7N - 5N = 2N$$

Sonuç: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{12}{2} = 6$

$\vec{A}(2, 3)$ ve $\vec{B}(4, 3, 2)$ olan \vec{A} ve \vec{B} vektörlerini kartezyen koordinat sisteminde çiziniz.

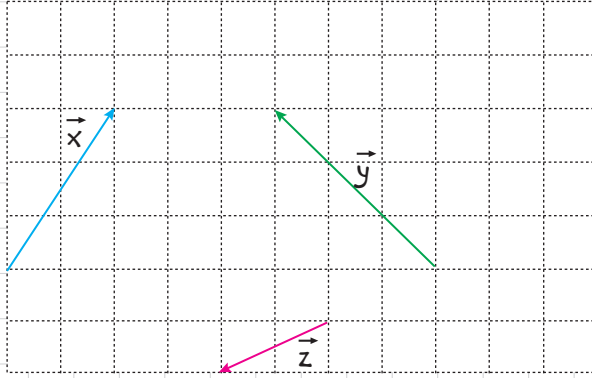
Çözüm:

2



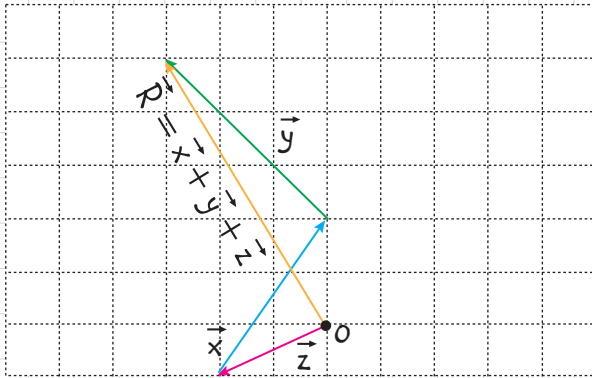


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

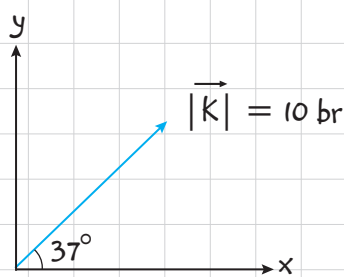


Şekildeki \vec{x} , \vec{y} ve \vec{z} vektörlerinin bileşkesini ($\vec{R} = \vec{x} + \vec{y} + \vec{z}$) uç uca ekleme metodu ile bulunuz.

3 Çözüm:

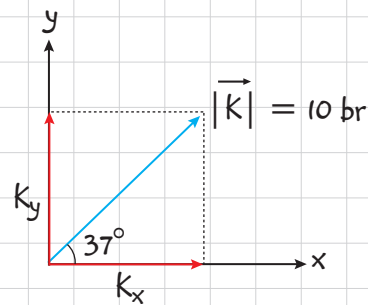


Vektörlerin bileşkesi uç uca ekleyerek bulunurken, istenilen vektörlerden başlanılabilir. O noktası bileşke vektörünün başlangıç noktası olsun ve vektörleri \vec{z} vektöründen başlayarak uç uca ekleyelim.



Şekildeki \vec{K} vektörünün bileşenlerini (K_x ve K_y) bulunuz.
($\sin 37 = 0,6$ $\cos 37 = 0,8$)

4 Çözüm:

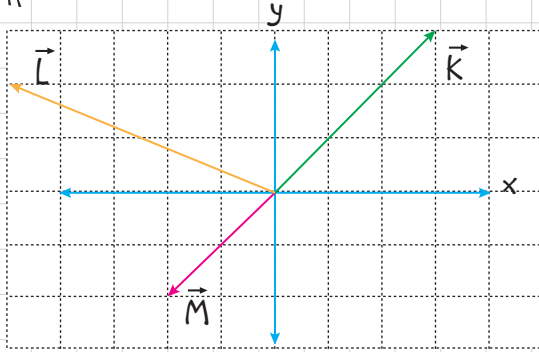


$$\begin{aligned} |K_x| &= |K| \cdot \cos 37 & |K_y| &= |K| \cdot \sin 37 \\ |K_x| &= 10 \cdot 0,8 & |K_y| &= 10 \cdot 0,6 \end{aligned}$$

Sonuç: $|K_x| = 8$ br Sonuç: $|K_y| = 6$ br

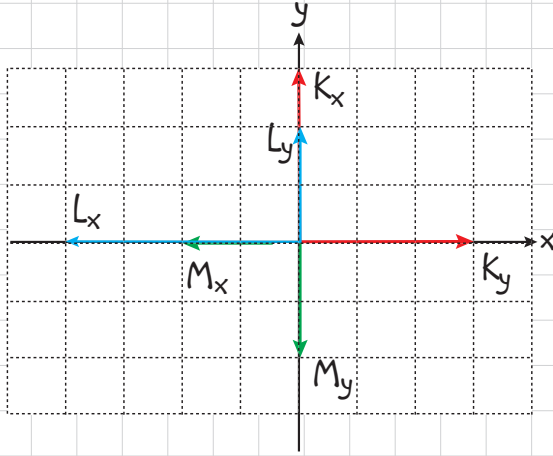


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} vektörlerinin bileşkesinin büyüklüğü kaç birimdir? (Birimka-
reler özdeşdir.)

Çözüm:



Vektörlerin x ve y bileşenlerini bulalım.

	x	y
\vec{K}	+3	+3
\vec{L}	-5	+2
$+\vec{M}$	+ -2	+ -2
$\vec{K}, \vec{L}, \vec{M}$	-4	+3

$$R_x = 4 \text{ br} \quad R_y = 3 \text{ br}$$

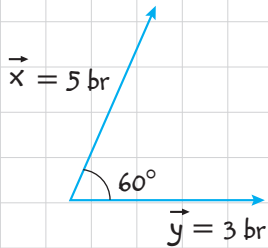
$$R = \sqrt{4^2 + 3^2}$$

$$R = \sqrt{25}$$

Sonuç: $R = 5 \text{ br}$

SIRA SİZDE

1



Şekildeki x ve y vektörlerinin bileşkesinin büyüklüğünü kosinüs teoremini kullanarak bulunuz.

$$(\cos 60 = \frac{1}{2})$$

Çözüm:

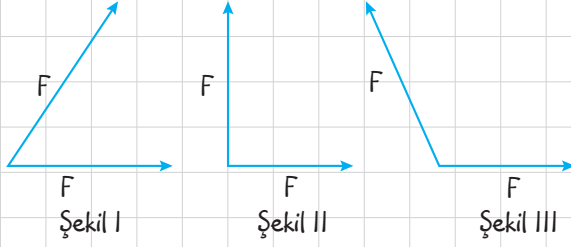
2

9N, 13N ve 20N büyüklüğündeki üç kuvvetin bileşkesinin en küçük değeri kaç N'dur?

Çözüm:

TEST 1

1.

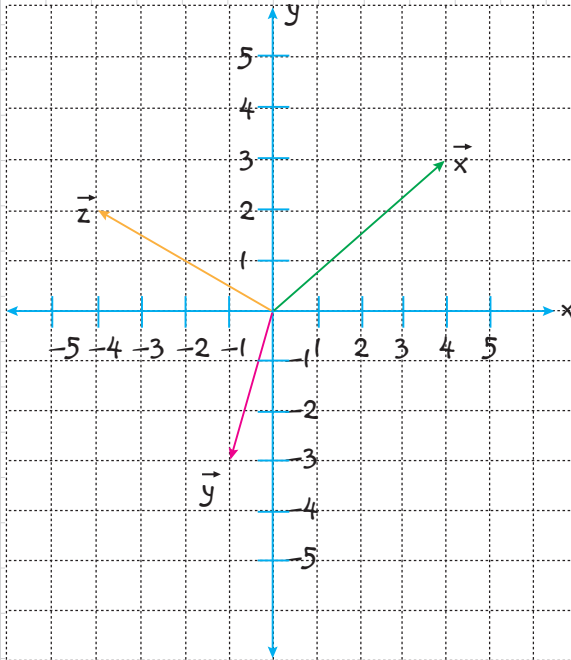


Eşit büyüklükteki kuvvetlerin bileşkesi; Şekil I'de R_1 , Şekil II'de R_2 , Şekil III'te R_3 'tür.

Buna göre, R_1 , R_2 ve R_3 arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $R_1 = R_2 = R_3$
- B) $R_3 > R_2 > R_1$
- C) $R_1 > R_2 > R_3$
- D) $R_1 = R_3 > R_2$
- E) $R_2 = R_3 > R_1$

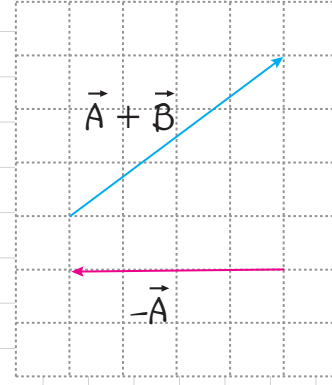
2.



\vec{x} ve \vec{y} koordinat sisteminde bulunan, \vec{x} , \vec{y} ve \vec{z} vektörlerinin bileşkesinin ($\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y + \vec{R}_z$) koordinatları aşağıdakilerden hangisidir?

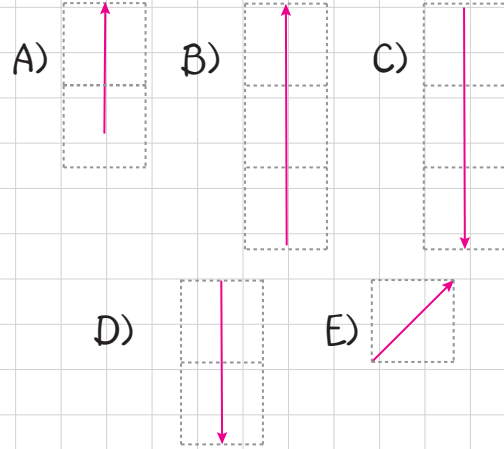
- A) $(-1, +1)$
- B) $(-1, -1)$
- C) $(+3, -2)$
- D) $(0, -1)$
- E) $(-1, +2)$

3.

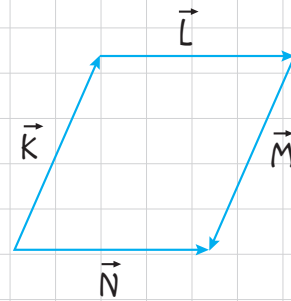


Şekilde $\vec{A} + \vec{B}$ vektörü ile $-\vec{A}$ vektörü verilmiştir.

Buna göre $\frac{\vec{B}}{2}$ vektörü aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?



4.



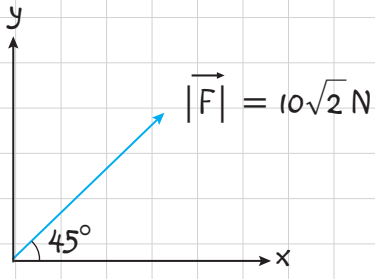
Şekilde \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} vektörleri verilmiştir.

Buna göre, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} - \vec{N}$ vektörünün büyüklüğü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) \vec{K}
- B) $\frac{\vec{K}}{2}$
- C) \vec{L}
- D) $\frac{\vec{L}}{3}$
- E) 0

TEST 1

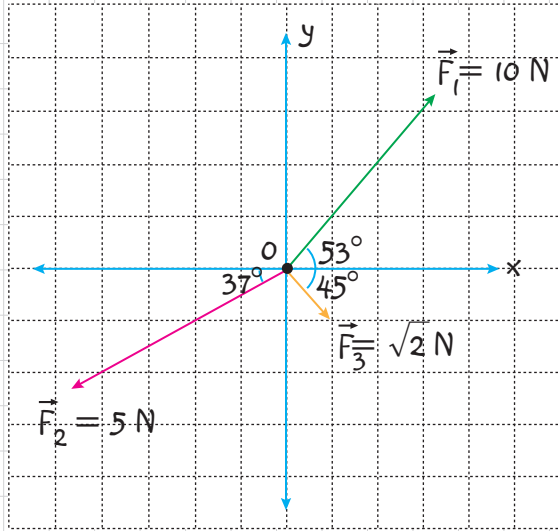
5.



Şekildeki \vec{F} kuvvetinin büyüklüğü $10\sqrt{2}$ N'dur. Buna göre, F kuvvetinin F_x ve F_y bileşenleri aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?
($\sin 45 = \cos 45 = \frac{1}{2}$)

	F_x	F_y
A)	10	5
B)	10	10
C)	5	10
D)	5	4
E)	3	4

6.



O noktasından bulunan bir cisim şekildeki gibi F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetlerinin etkisi altındadır.

Buna göre cisme etki eden bileşke kuvvet kaç N'dur?

($\cos 37 = \sin 53 = 0,8$)

($\sin 37 = \cos 53 = 0,6$)

($\sin 45 = \cos 45 = \frac{1}{\sqrt{2}}$)

- A) 0 B) 3 C) 4 D) 5 E) 2

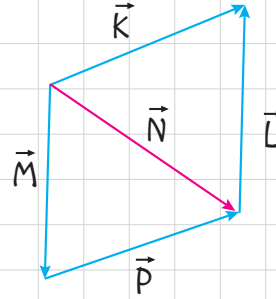
7.

Vektörlerle ilgili olarak,

- I. Büyüklüklerinin yanında başlangıç noktaları, doğrultuları ve yönleri de bilinmelidir.
 - II. Vektörler, yönlendirilmiş doğru parçası ile gösterilir.
 - III. İki vektör arasındaki açı büyüdükçe bileşke vektör de büyür.
- Yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II
E) I, II ve III

8.



Şekilde, aynı düzlemdeki \vec{K} , \vec{L} , \vec{M} , \vec{N} ve \vec{P} vektörleri verilmiştir.

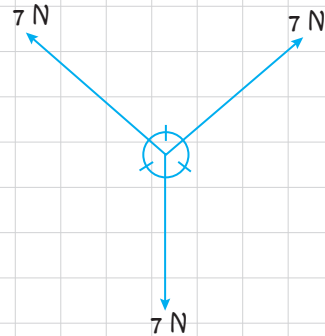
Buna göre;

- I. $\vec{M} + \vec{P} + \vec{L} = \vec{K}$
- II. $\vec{K} - \vec{N} = \vec{L}$
- III. $\vec{N} - \vec{P} = \vec{M}$

I, II ve III işlemlerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve II D) I ve III
E) I, II ve III

9.



Şekildeki 7 N'luk üç kuvvetin bileşkesi kaç N olur?

- A) 7 B) 5 C) 4 D) 1 E) 0

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.2. BAĞIL HAREKET

1.2.1. Sabit Hızlı İki Cismin Birbirine Göre Hareketi

1.2.2. Hareketli Ortamda Sabit Hızlı Cisimlerin Farklı Gözlem Çevresine Göre Hareketi

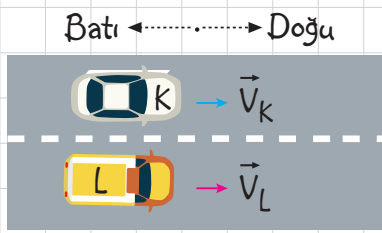
1.2. BAĞIL HAREKET

Cisimlerin birbirine göre hareketine denir.

Hareket hâlindeki cisimlerin hızı farklı referans sistemine göre farklı algılanır. Örneğin yerde hareketsiz duran bir çocuk hareket hâlindeki arabaların hızını farklı algılamakta, hareket hâlindeki arabalardaki sürücüler birbirinin hızını farklı algılar.

Hareketli cisimlerin farklı gözlemcilere göre farklı hızları vardır.

1.2.1. SABİT HIZLI İKİ CİSMİN BİRBİRİNE GÖRE HAREKETİ



Aynı yolda ve aynı yönde hareket eden arabaların sürücüleri birbirinin hızını olarak algırlar. Hareketli cisimlerin birbirine göre hızına denir.

Örneğin K aracının hızı L aracının hızından büyükse; L aracının sürücüsü kendini batıya, K aracını doğuya gidiyor görür.

Ya da K aracının hızı L aracının hızından küçükse; L aracındaki gözlemci kendini doğuya, K aracını ise batıya gidiyormuş gibi görür. Hareketli cisimlerin bağıl hızı;

$$\vec{V}_B = \vec{V}_{\text{gözlener}} - \vec{V}_{\text{gözleyen}} \text{ ile bulunur.}$$

$$\vec{V}_B = \text{Bağıl hız}$$

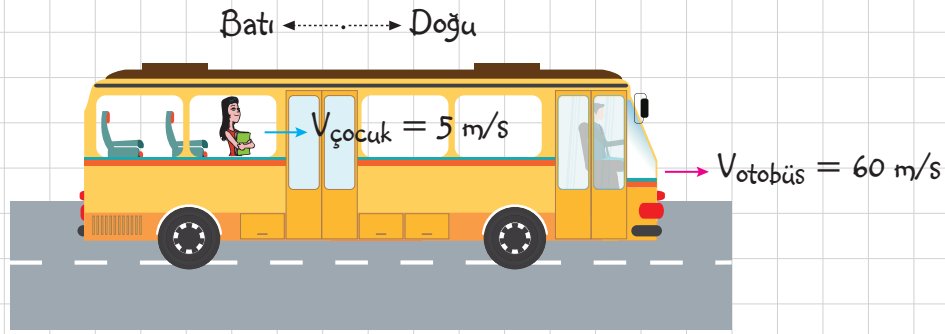
$$\vec{V}_{\text{gözlener}} = \text{Gözlenen cismin yere göre hızı}$$

$$\vec{V}_{\text{gözleyen}} = \text{Gözleyen cismin yere göre hızı}$$



Bağıl hız hesaplanırken işlem yapılır.
Çünkü hız vektörel bir büyüklüktür.

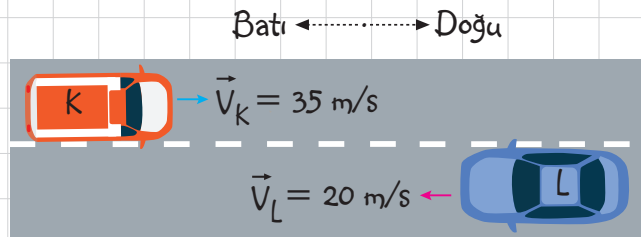
- ✓ Bağıl hız hesaplamaları yapılırken hareketli cisimlerin mutlaka hızı alınmalıdır.
- ✓ Hareketli bir aracın içindeki hareketli cismin hızına "cismin araca göre hızı" denir.
- ✓ Hareketli cismin araca göre hızı ile aracın hızının toplamına hareketli cismin denir.



- ✓ Hareketli çocuğun arabaya göre hızı 5 m/sn'dir.
Hareketli çocuğun yere göre hızı $V_{yer} = 60 \text{ m/sn} + 5 \text{ m/sn} = 65 \text{ m/sn}$ 'dir.
- ✓ Yerde duran bir gözlemci araç içinde hareketli çocuğu, çocuğun yere göre hızında hareket ediyormuş gibi görür. Yani yerdeki duran gözlemci, otobüsteki çocuğu 65 m/sn hızla doğuya doğru gidiyormuş gibi görür.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



- Aynı yolda birbirine doğru hareket eden K ve L araçlarının yere göre hızları $V_K = 35 \text{ m/sn}$ ve $V_L = 20 \text{ m/sn}$ 'dir.
Buna göre K aracındaki gözlemci L aracını hangi yönde hangi hızda görüyor?

Çözüm:

Gözlemci K aracındadır. Buna göre; $\vec{V}_{Bağıl} = \vec{V}_{gözlenen} - \vec{V}_{gözleyen}$
 $\vec{V}_B = \vec{V}_L - \vec{V}_K$ ile bulunur.

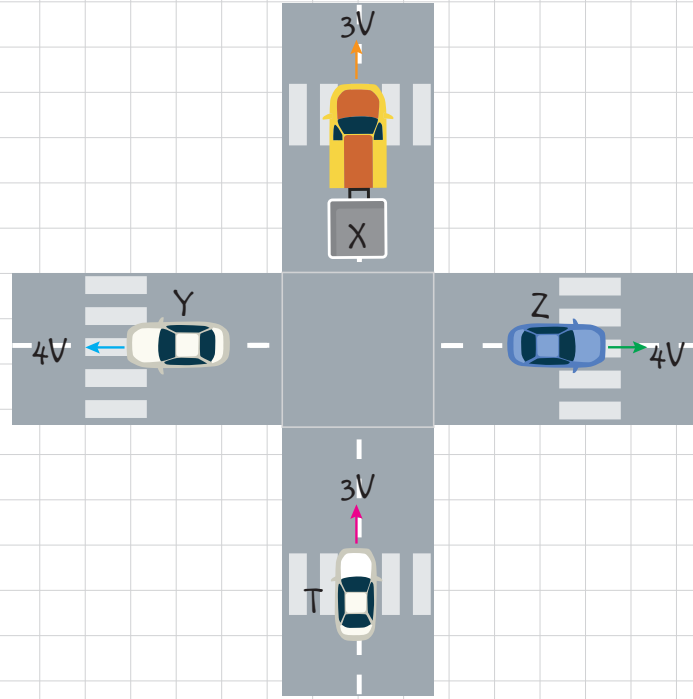
Doğu yön (+) Batı yön (-) olursa;

$$V_B = -20 - 35 \quad V_B = -55 \text{ m/sn}$$

K aracındaki gözlemci L aracını batıya doğru 55 m/sn hızla görüyor.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



2

X, Y, Z, T araçları şekildeki yönlerde ve hızlarda hareket etmektedir.

Buna göre;

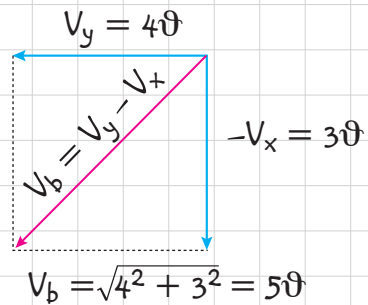
- X aracındaki gözlemci, Y aracını hangi hızda ve hangi yönde gidiyor görür?
- Z aracındaki gözlemci, Y aracını hangi yönde ve hangi hızla gidiyor görür?
- T aracındaki gözlemci, X aracını hangi yönde ve hangi hızda gidiyor görür?

Çözüm:

Bağıl hız, vektörel işlemlerle hesaplanır.

$$\vec{V}_B = \vec{V}_Y - \vec{V}_X$$

gözlenen gözleyen



X aracındaki gözlemci Y aracını 5V hızıyla güneybatı ve batıya yakın yönde gidiyor görür.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

$$b) \quad \vec{V}_B = \vec{V}_Y - \vec{V}_Z$$

↓ ↓
gözlenen gözleyen

$$\left. \begin{array}{l} V_Y = 4V \\ -V_Z = 4V \end{array} \right\} \begin{array}{l} V_B = V_Y - V_Z \\ V_B = 8V \end{array}$$

$$V_B = V_Y - V_Z$$

Z aracındaki gözlemci Y aracını batı yönünde 8V hızı ile gidiyor görür.

3

$$c) \quad \vec{V}_B = \vec{V}_X - \vec{V}_T$$

↓ ↓
gözlenen gözleyen

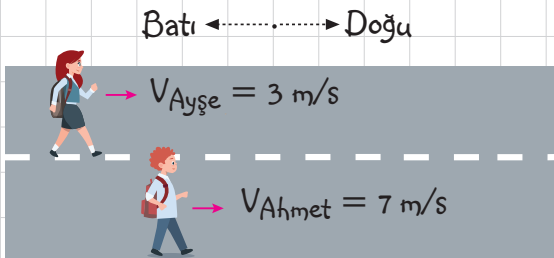
$$V_X = 3V$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Bağıl}} &= V_X - V_T \\ &= 3V - 3V \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$-V_T = 3V$$

T aracındaki gözlemci X aracını duruyor gibi görür.

SIRA SİZDE

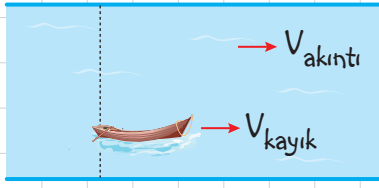


3

Ayşe ve Ahmet aynı yönde aynı yolda hareket etmektedir.
Ayşe'nin hızı 3 m/sn Ahmet'in hızı 7 m/sn'dir.
Buna göre Ahmet, Ayşe'yi hangi hızla hangi yönde gidiyor görür?

Çözüm:

1.2.2. HAREKETLİ ORTAMDA SABİT HIZLI CİSİMLERİN FARKLI GÖZLEM ÇERÇEVELERİNE GÖRE HAREKETİ

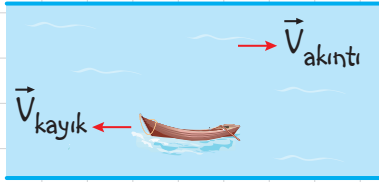


Sabit hızla akan bir nehirde hareket eden kayığın hareketi, iki hareketin
1. hareket kayığın suya göre hareketi, 2. hareket ise suyun yere göre hareketidir.

Nehir kenarında oturan bir çocuk kayığın hareketini, bu iki hareketin olarak görecektir.

● Akıntı Problemleri

1 Akıntı ile Aynı Doğrultuda Yapılan Hareket



Akıntı hızının V_A olduğu bir nehirde, kayığın suya göre hızı V_K olsun.

Kayığın yere göre hızı; ile bulunur.

$$\vec{V}_{yer} = \vec{V}_{kayık} + \vec{V}_{akıntı}$$

Böyle sorularda 3 durum olabilir.

1 $V_{kayık} > V_{akıntı}$ ise, kayık akıntı ile yönde yol alır.

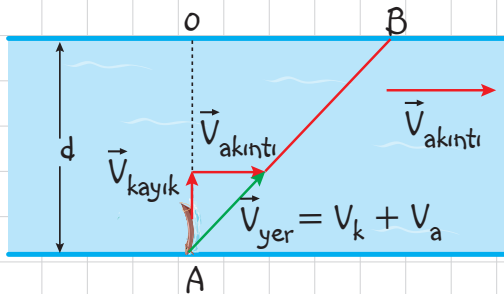
2 $V_{kayık} = V_{akıntı}$ ise, kayık olduğu yerde kalır.

3 $V_{akıntı} > V_{kayık}$ ise, kayık akıntı ile yönde sürüklenir.



Durgun sudaki hız **Suya Göre Hız** denir.

2 Akıntı ile Farklı Doğrultuda Yapılan Hareket



A noktasından O noktasına doğru akıntıya dik olarak hareket eden kayık O noktasında karşı kıyıya çıkamayacaktır. Çünkü akıntı onu sürükleyecektir.

Kayığın yere göre hızı;

$$\vec{V}_{yer} = \vec{V}_{kayık} + \vec{V}_{akıntı} \text{ kadardır.}$$

Kayık yere göre hız doğrultusunda, yani B noktasında karşı kıyıya çıkacaktır.

Karşı kıyıya geçme süresi; öğrenmiştik.

$$\text{Hız} = \frac{\text{Yol}}{\text{Zaman}}$$

$$\text{Zaman} = \frac{\text{Yol}}{\text{Hız}} \text{ formüllerini}$$

Karşı kıyıya geçme süresi; leri ile bulunur.

$$t = \frac{d}{V_{\text{kayık}}}$$

ya da

$$t = \frac{|AB|}{V_{\text{yer}}}$$

formül-

t : Karşı kıyıya geçme süresi

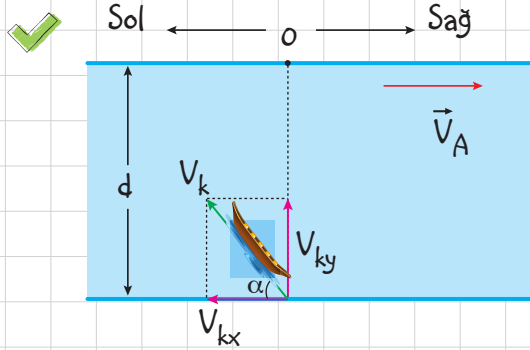
d : Irmağın genişliği

$V_{\text{kayık}}$: Kayığın suya göre hızı

$|AB|$: Kayığın nehre girdiği nokta ile karşı kıyıda çıktığı nokta arası uzaklık

V_{yer} : Kayığın yere göre hızı

✓ Karşı kıyıya geçme süresi, akıntının hızına



Kayık nehre dik değil de α açısı ile girerse 3 farklı durum oluşur.

1 $V_A > V_{kx}$ ise kayık O noktasının karşı kıyıya çıkar.

2 $V_A = V_{kx}$ ise kayık O noktasında karşı kıyıya çıkar.

3 $V_{kx} > V_A$ ise kayık O noktasının karşı kıyıya çıkar.

V_k : Kayığın suya göre hızı

V_{kx} : Kayığın suya göre hızının x bileşeni

V_{ky} : Kayığın suya göre hızının y bileşeni

V_A : Nehrin yere göre hızı

d : Nehrin genişliği

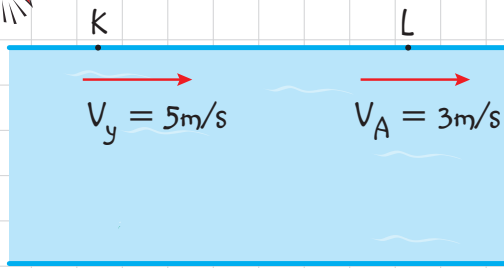
✓ Karşı kıyıya çıkma süresi;

$$t = \frac{d}{V_{ky}}$$

ile bulunur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Akıntı hızının $V_A = 3 \text{ m/sn}$ olduğu nehirde bir yüzücü $V_y = 5 \text{ m/sn}$ hızla akıntıyla aynı yönde ve kıyıya paralel yüzererek 10 saniyede L noktasına varıyor. Yüzücü L noktasından akıntıya ters yönde kıyıya paralel yüzerse K noktasına kaç sn de varır?

Çözüm:

K dan L ye akıntıyla aynı yönde yüzerken yüzücünün yere göre hızı;

$$\vec{V}_{\text{yer}} = \vec{V}_{\text{yüzücü}} + \vec{V}_{\text{akıntı}} \quad \vec{V}_{\text{yer}} = 5 \text{ m/sn} + 3 \text{ m/sn}$$

$$\vec{V}_{\text{yer}} = 8 \text{ m/sn olur.}$$

|KL| Yolunun Uzunluğu;

$$\text{Yol} = \text{Hız} \times \text{Zaman}$$

$$|KL| = 8 \cdot 10 \quad |KL| = 80 \text{ m olur.}$$

Yüzücü akıntıyla ters yönde yüzerse yüzücünün yere göre hızı;

$$\vec{V}_{\text{yer}} = \vec{V}_{\text{yüzücü}} + \vec{V}_{\text{akıntı}} \quad \vec{V}_{\text{yer}} = -5 \text{ m/sn} + 3 \text{ m/sn}$$

$$\vec{V}_{\text{yer}} = \ominus 2 \text{ m/sn olur.}$$

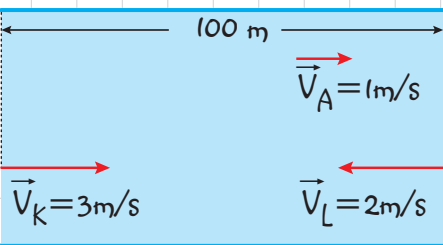
(-) işareti yüzücünün hızının yön değiştirmesi anlamına gelir.

$$\text{Yol} = \text{Hız} \times \text{Zaman}$$

$$80 = 2 \cdot t$$

Sonuç: $t = 40$ saniyede yüzücü L'den K'ye gelir.

SIRA SİZDE



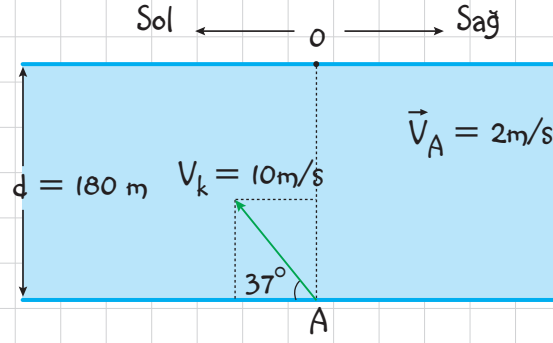
4 Akıntı hızının 1 m/sn olduğu bir ırmakta K ve L yüzücüleri aralarında 100 m mesafe varken birbirlerine doğru yüzmeye başlıyorlar.

K yüzücüsünün hızı $\vec{V}_K = 3 \text{ m/sn}$, L yüzücüsünün hızı $V_L = 2 \text{ m/sn}$ olduğuna göre K ve L yüzücüleri kaç saniye sonra karşılaşırlar?

Çözüm:



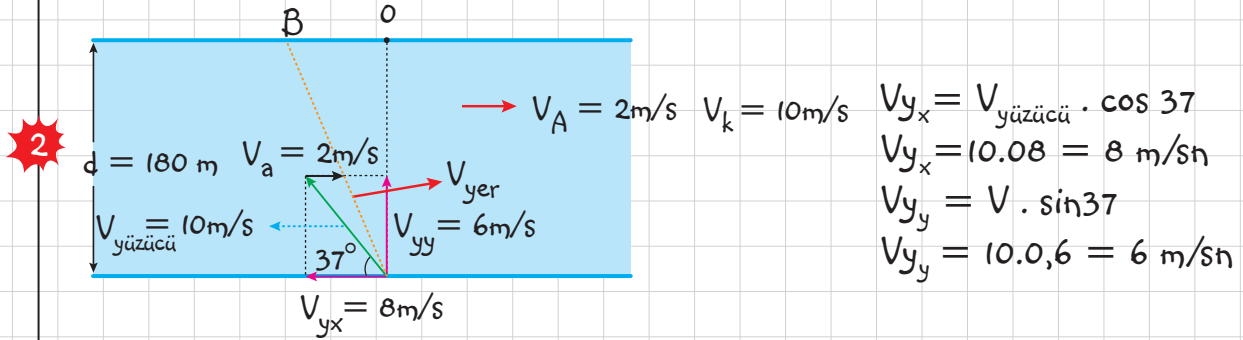
GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Genişliği 180 m akıntı hızının 2 m/sn olduğu bir ırmakta A noktasından bir yüzücü yatayla 37 derece açı yapacak şekilde 10 m/sn hızla ırmağa giriyor.

- Yüzücü kaç sn. de karşı kıyıya çıkar?
- Yüzücü O noktasından kaç m uzakta ve hangi tarafta karşı kıyıya çıkar?

Çözüm:



- Karşı kıyıya çıkma süresini, yüzücünün hızının y bileşeni belirler.

$$t = \frac{d}{V_{y,y}} = \frac{180 \text{ m}}{6} = 30 \text{ sn}$$

30 sn'de yüzücü karşı kıyıya çıkar.

- Yüzücünün yere göre hızını bulmak için yüzücünün hızı ile akıntının hızını toplamak gerekir.

Yere göre hızın doğrultusu, bize karşı kıyıya çıkma noktasını verir. Buna göre yüzücü O noktasının solundaki B noktasında karşı kıyıya çıkar.

$$|OB| = V_{yer(x)} \cdot t \text{ ile bulunur.}$$

$V_{yer(x)}$ = Yüzücünün yere göre hızının x bileşeni

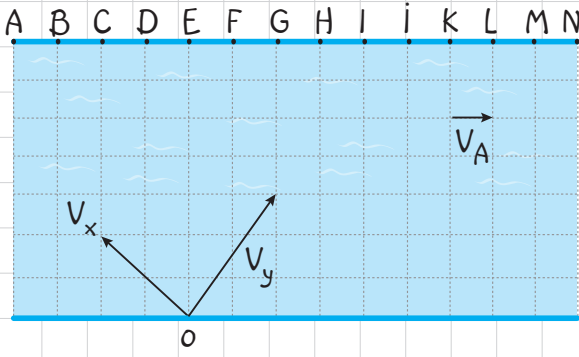
t = Karşı kıyıya geçme süresi

$$|OB| = (V_{yx} - V_A) \cdot t = (8 \text{ m/sn} - 2 \text{ m/sn}) \cdot 30 = 6 \cdot 30 = 180 \text{ m}$$

Sonuç: Yüzücü karşı kıyıya O noktasının solunda ve 180 m uzakta karşı kıyıya çıkar.

SIRA SİZDE

5



Akıntı hızının sabit ve kıyıya paralel olduğu bir nehirde X ve Y yüzücüleri şekildeki gibi V_x ve V_y hızları ile hareket ediyorlar.

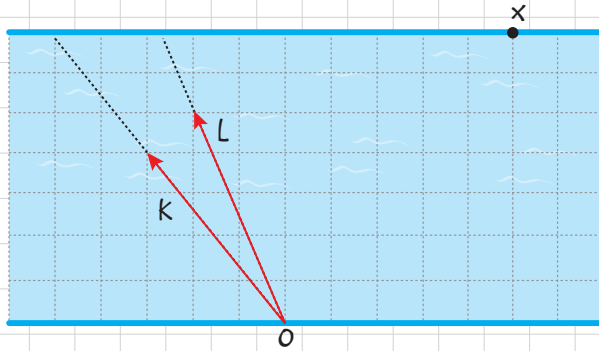
Buna göre X ve Y yüzücüleri hangi noktadan karşı kıyıya çıkarlar?

Çözüm:



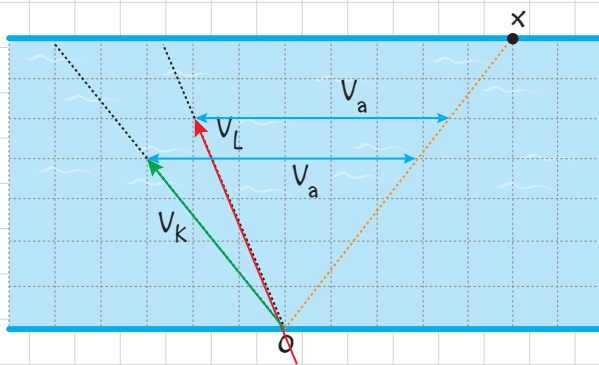
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

3



Bir ırmağın O noktasından şekilde belirtilen yönlerde harekete başlayan K ve L kayıkları karşı kıyıdaki x noktasına varıyor. K ve L kayıklarının hızı V_K , V_L ırmağın akıntı hızı V_a olduğuna göre V_K , V_L , V_a arasındaki ilişki nasıldır?

Çözüm:



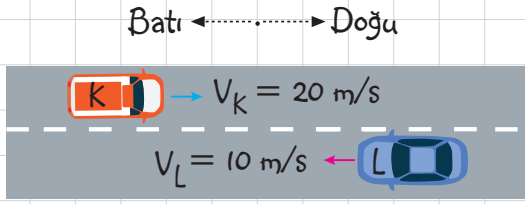
Kayıklar x noktasında karşı kıyıya çıktıklarına göre kayıkların yere göre hızlarının doğrultusu şekildeki gibi olmalıdır.

Buna göre hızlar arasındaki ilişki; $V_a > V_L > V_K$ olduğu bulunur.

Sonuç: $V_a > V_L > V_K$

TEST 2

1.

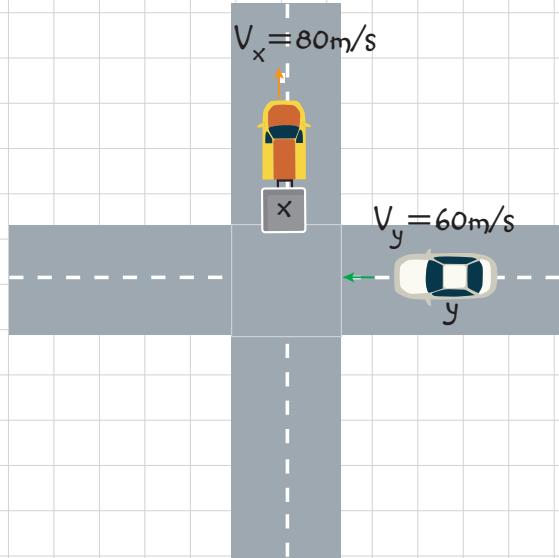


Aynı doğrultuda hareket eden K ve L araçlarının hızları sırasıyla 20 m/sn ve 10 m/sn'dir.

Buna göre L aracındaki bir gözlemci K aracını hangi yöne hangi hızda görüyor?

- A) Batı; 10 m/sn
- B) Güney; 10 m/sn
- C) Batı; 20 m/sn
- D) Doğu; 30 m/sn
- E) Güney; 20 m/sn

2.



X ve Y araçlarının hızları $V_x = 80$ m/sn, $V_y = 60$ m/sn'dir.

Buna göre Y aracının şoförü X aracını hangi yönde ve hangi hızda görüyor?

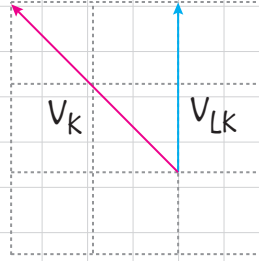
- A) Kuzeydoğu kuzeye yakın; 100 m/sn
- B) Kuzeybatı; 100 m/sn
- C) Güneydoğu doğuya yakın; 100 m/sn
- D) Güneybatı; 100 m/sn
- E) Doğu; 100 m/sn

3.

Aynı yolda doğuya doğru gitmekte olan K, L, M araçlarından L aracı K'yi doğuya, M'yi batıya görüyor. Buna göre K, L, M araçlarının hızlarının büyüklükleri V_K , V_L ve V_M arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $V_K = V_L = V_M$
- B) $V_K > V_L > V_M$
- C) $V_M > V_L > V_K$
- D) $V_K = V_M > V_L$
- E) $V_M > V_K = V_L$

4.

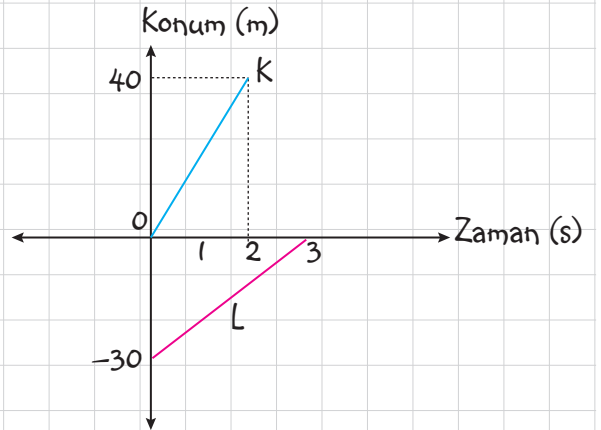


Şekilde K aracının hız vektörü V_K ve L aracına göre, K aracının hız vektörü V_{LK} verilmiştir.

Buna göre L aracının hız vektörü V_L aşağıdakilerden hangisidir?

- A)
- B)
- C)
- D)
- E)

5.



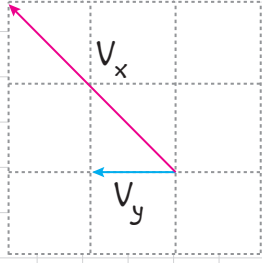
Konum-Zaman grafikleri şekildeki gibi olan K ve L araçlarından K aracı, batı yönünde gitmektedir.

Buna göre L aracındaki gözlemci K aracını hangi yönde hangi hızda görüyor?

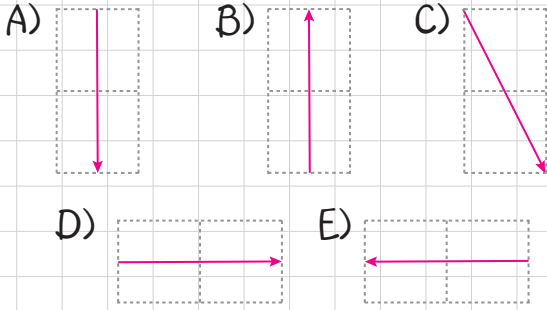
- A) Batı; 10 m/sn
- B) Doğu; 10 m/sn
- C) Batı; 30 m/sn
- D) Doğu; 30 m/sn
- E) Doğu; 5 m/sn

TEST 2

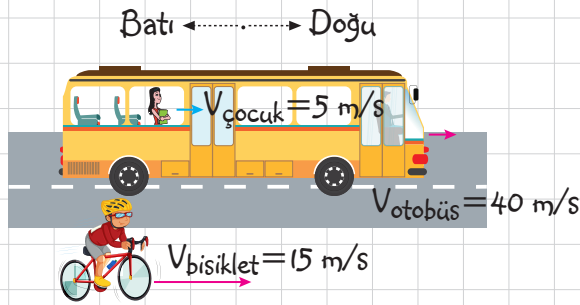
6.



Şekilde X ve Y araçlarına ait hız vektörleri verilmiştir. Buna göre X aracındaki gözlemci Y aracının hız vektörünü aşağıdakilerden hangisi gibi görür?



7.

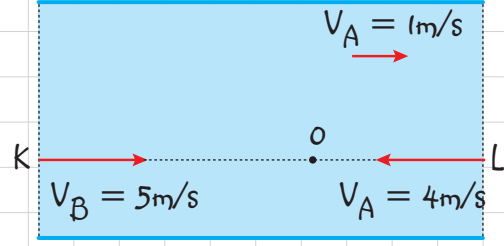


Şekildeki doğuya doğru 40 m/sn hızla giden otobüsün içindeki bir çocuk; otobüsün önüne doğru, otobüse göre 5 m/sn hızla gitmektedir.

Bu sırada yolun kenarında doğuya doğru 15 m/sn hızla gitmekte olan bisiklet üzerindeki adam, otobüsün içindeki çocuğu hangi yönde hangi hızda görüyor?

- A) Batı; 10 m/sn
- B) Doğu; 10 m/sn
- C) Batı; 30 m/sn
- D) Doğu; 20 m/sn
- E) Doğu; 30 m/sn

8.

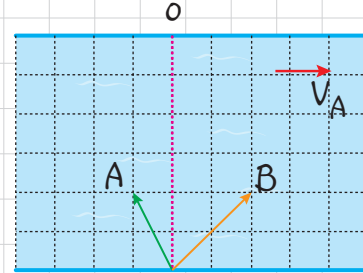


Akıntı hızının 1 m/sn olduğu bir ırmakta K noktasından B yüzücüsü 5 m/sn hızla, L noktasından A yüzücüsü 4 m/sn hızla birbirlerine doğru yüzmeye başlıyorlar.

Yüzücüler O noktasında karşılaştıklarına göre B yüzücüsünün aldığı yol $|KO|$ nun, A yüzücüsünün aldığı yol $|LO|$ ya oranı $\frac{|KO|}{|LO|}$ nedir?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

9.



Akıntı hızının V_A olduğu bir ırmakta aynı noktadan harekete başlayan A ve B kayıklarının suya göre hızları şekildeki gibidir.

Buna göre;

- I. A ve B kayıkları aynı noktada karşı kıyıya çıkarlar.
- II. A ve B kayıkları aynı sürede karşı kıyıya çıkarlar.
- III. B kayığı, A kayığından daha önce karşı kıyıya çıkar.

Yargılarından hangileri doğrudur? (Birimkareler özdeştir.)

- A) I, II ve III
- B) I ve III
- C) Yalnız III
- D) Yalnız II
- E) Yalnız I

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.3. NEWTON'IN HAREKET YASALARI

1.3.1. Net Kuvvetin Yönü ve Büyüklüğü

1.3.2. Sürtünme Kuvveti

1.3.3. Eylemsizlik Kuvvetinin Uygulamaları

1.3. NEWTON'UN HAREKET YASALARI

1.3.1. NET KUVVETİN YÖNÜ VE BÜYÜKLÜĞÜ

Newton, cisimlerin hareketini 3 yasa ile tanımlamıştır.

Newton'ın I. Hareket Yasası (Eylemsizlik)

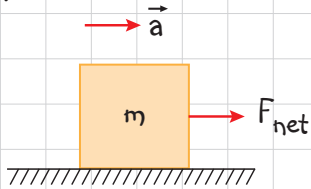
Bir cisim üzerine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfırsa; cisim duruyorsa durur, hareket hâlinde ise hareketine devam eder.

Newton'ın II. Hareket Yasası (Temel Yasa)

Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfırdan farklı ise, yani cisme net kuvvet etki ediyorsa cisim hareket yapar.

✓ Cismin kazandığı ivme daima net kuvvet ile yönlüdür.

Cisme etki eden net kuvvet ile cismin kazanacağı ivme arasında aşağıdaki bağıntı vardır.

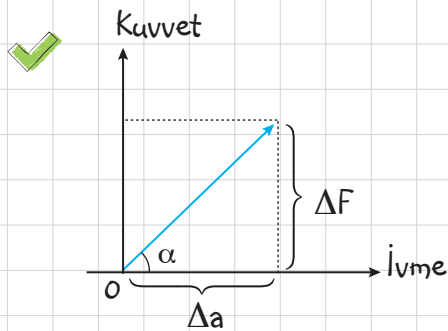


$$F_{net} = m \cdot a$$

F_{net} = Cisme etki eden net kuvvet
 m = Cismin kütlesi
 a = Cismin kazandığı ivme

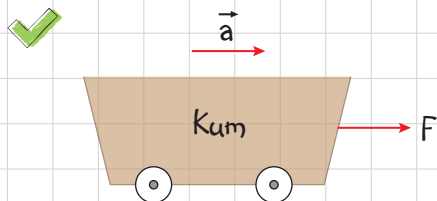
✓ Kuvvet birimi, SI birim sisteminde Newton(N)'dur.

$$N = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{sn}^2}$$

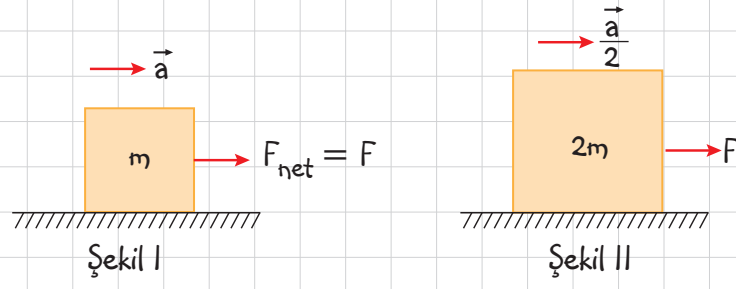


Net bir kuvvetin etkisinde kalan bir cisme ait kuvvet - ivme grafiği şekildeki gibidir. Grafiğin eğimi, cismin kütlesini verir.

$$\tan \alpha = \frac{\Delta F}{\Delta a} = m$$



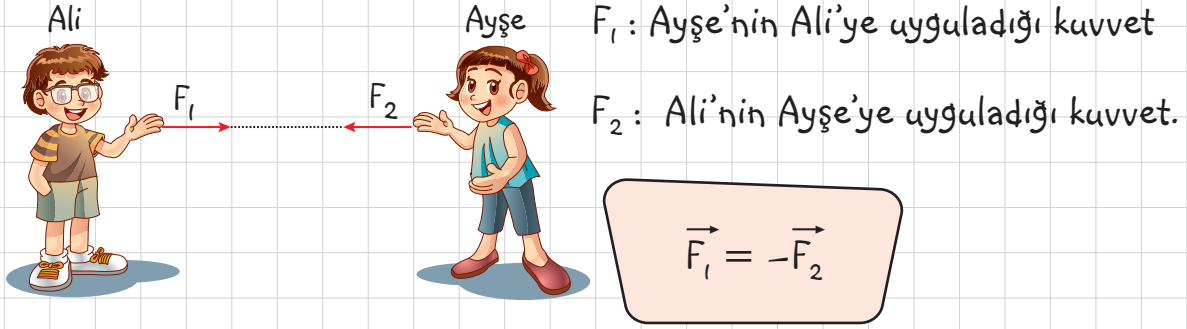
Şekildeki vagon \vec{a} ivmesi ile hareket ediyorken vagondaki kum miktarı artarsa, vagonun ivmesi



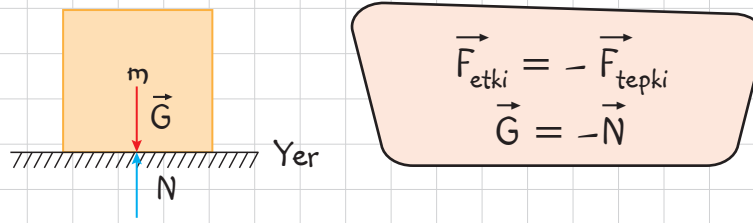
Şekil I'deki F kuvveti, m kütleli cisme a kadar ivme kazandırıyor; Şekil II'deki aynı F kuvveti 2m kütleli cisme kadar ivme kazandırır.

Newton'ın III. Hareket Yasası (Etki - Tepki)

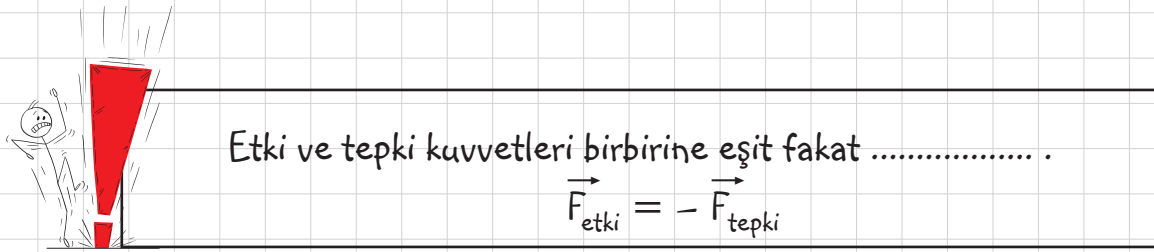
Evrende kuvvetler çiftler hâlinde bulunur. Bu nedenle her etkiye karşılık bir kuvveti vardır. Bir X cismi Y cismine bir kuvvet uygularsa, Y cismi de X cismine kuvveti uygular.



Şekildeki Ali, Ayşe'yi ip ile çekerken Ayşe de eşit kuvvetle Ali'ye tepki verir.

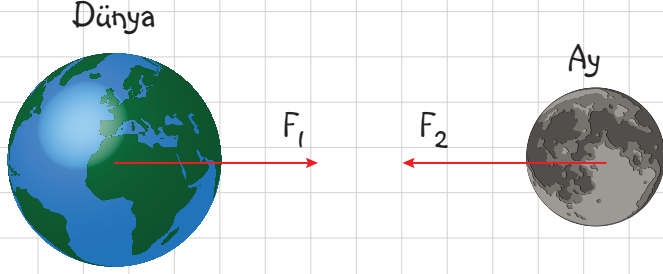


Şekildeki m kütleli cisim yere ağırlığı kadar etki kuvveti uygularken, yer de cisme N kadar tepki kuvveti uygular.





Etki ve tepki kuvvetleri cisimlere etki eder. Gezegenler arasındaki kütle çekim kuvveti, etki-tepki kuvvetlerine bir örnektir.

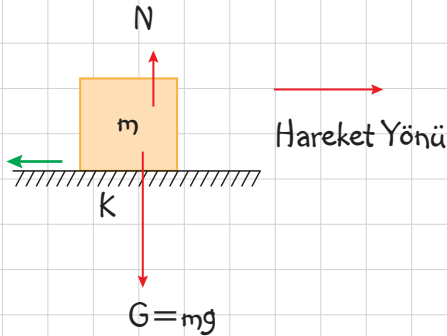


F_1 = Ay'ın Dünya'ya uyguladığı kuvvet
 F_2 = Dünya'nın Ay'a uyguladığı kuvvet

1.3.2. SÜRTÜNME KUVVETİ

Duran cisimlerin hareket etmesini önleyen, hareket hâlindeki cismin de hareketini engelleyen kuvvete denir.

- ✓ Sürtünme kuvveti hareket yönüne yönde oluşur.
- ✓ Sürtünme kuvveti sistemde kaybına neden olur.
- ✓ Sürtünme kuvveti günlük yaşantıyı kolaylaştırabilir. Örneğin, sürtünme kuvveti olmazsa ayakta duramazdık.
Kışın sürtünmenin artıp arabaların karda kaymaması için araba lastiklerine zincir takılır.
- ✓ Sürtünme kuvveti yüzeylerin cinsine bağlıdır. Pürüzlü yüzeylerde sürtünme kuvveti az olacaktır.
Sürtünen yüzeylerin pürüzlü olması "sürtünme katsayısı" ile ifade edilir. Sürtünme katsayısı K ile gösterilir.
- ✓ Sürtünme kuvveti yüzeylerin birbirine uyguladığı dik kuvvete de bağlıdır.
- ✓ Sürtünme kuvveti sürtünen yüzeylerin alanına bağlı



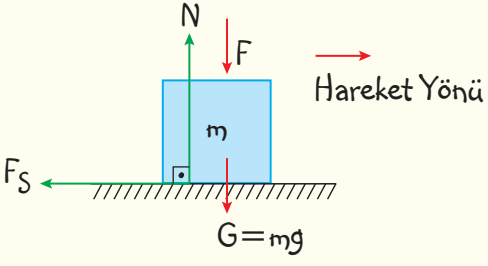
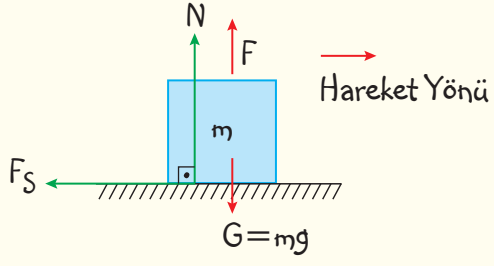
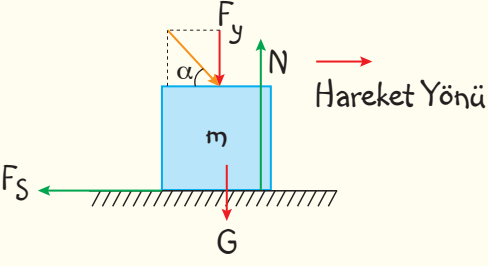
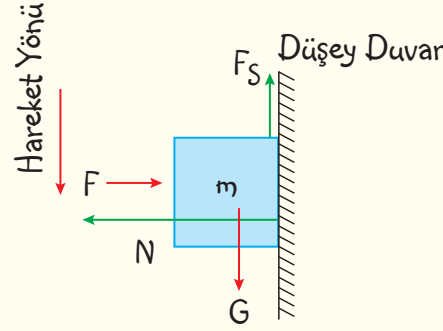
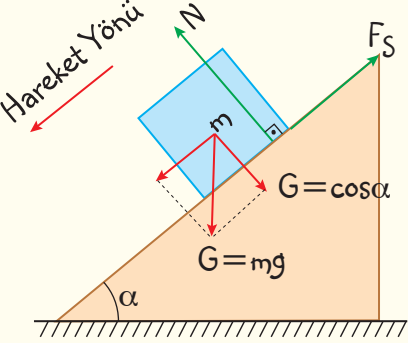
$$|N| = |G| = m \cdot g$$

Sürtünme kuvveti aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$F_s = k \cdot N = k \cdot m \cdot g$$

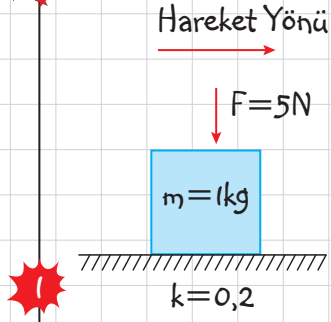
F_s : Cisme etki eden sürtünme kuvveti
 k : Sürtünme katsayısı
 N = Normal Kuvvet : Cisimler arasında bulunan temas yüzeylerine dik kuvvettir.

Bazı Sistemlerde Sürtünme Kuvvetinin Hesaplanması

1.	 <p> $N = F + G$ $F_s = k \cdot N$ </p> <p>$F_s = k(F + m \cdot g)$</p>	2.	 <p> $G > F$ olmak kaydıyla $N = G - F$ $F_s = k \cdot N$ </p> <p>$F_s = k \cdot (m \cdot g - F)$</p>
3.	 <p> $N = G + F_y$ $F_s = k \cdot N$ </p> <p>$F_s = k(G + F_y)$</p>	4.	 <p> $N = F$ $F_s = k \cdot N$ </p> <p>$F_s = k \cdot F$</p>
5.	 <p> $N = G \cdot \cos \alpha$ $F_s = k \cdot N$ </p> <p>$F_s = k \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$</p>		

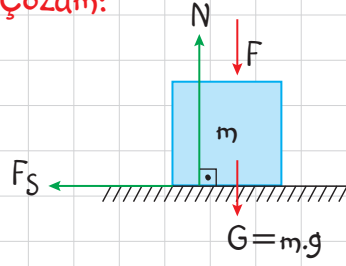


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Kütlesi 1 kg olan cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,2'dir. Buna göre cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü bulunuz. ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

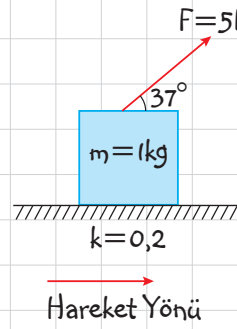


$$F_s = k \cdot N$$
$$F_s = k(F + mg)$$
$$F_s = 0,2 (5 + 1 \cdot 10)$$

Sonuç: $F_s = 30$

SIRA SİZDE

6

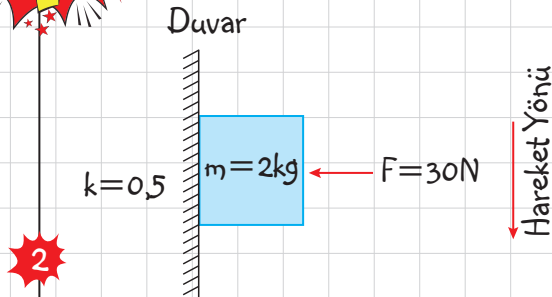


Şekildeki 1 kg kütleli cisme 5 N'luk kuvvet şekildeki gibi uygulanmaktadır. Sürtünme katsayısı 0,2 olduğuna göre, cisme etki eden sürtünme kuvvetini bulunuz. ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

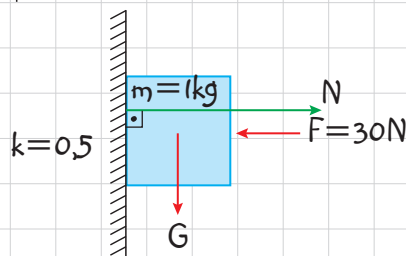


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Kütlesi 2 kg olan cisim düşey duvarda 30 N'luk kuvvetin etkisinde şekildeki gibi aşağı yönde hareket etmektedir. Sürtünme katsayısı 0,5 olduğuna göre, cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N'dur? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:



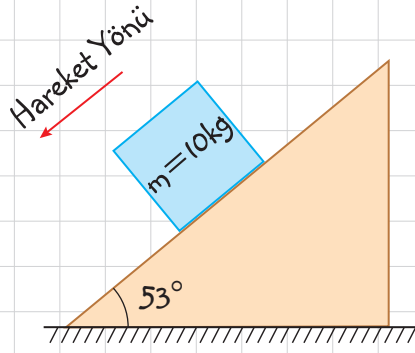
$$N = F$$
$$F_s = k \cdot N$$
$$F_s = 0,5 \cdot 30$$

Sonuç: $F_s = 15 \text{ N}$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

3

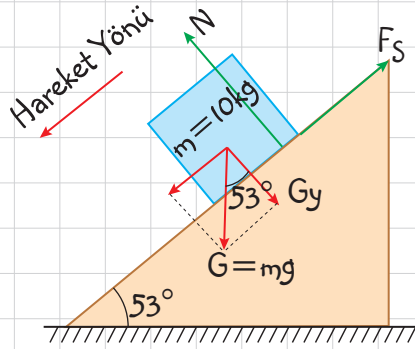


Kütlesi 10 kg olan cisim şekildeki yönde kaymaktadır.

Cisimle eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı 0,1 olduğuna göre, cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N'dur?

($g = 10 \text{ m/sn}^2$ $\sin 53 = 0,8$ $\cos 53 = 0,6$)

Çözüm:



Cisimler arasındaki dik kuvvet $N = G_y$ kadardır.

$$G_y = G \cdot \cos 53$$

$$G_y = mg \cdot \cos 53 = 10 \cdot 10 \cdot 0,6 = 60 \text{ N}$$

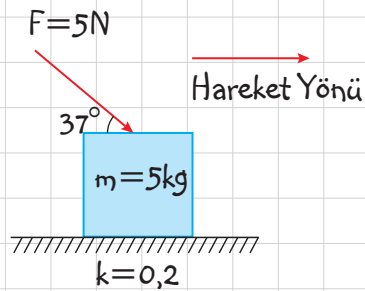
$$F_s = k \cdot N$$

$$F_s = 0,1 \cdot 60 \text{ N}$$

Sonuç: $F_s = 6 \text{ N}$

SIRA SİZDE

7



Kütlesi 1 kg olan cisim 5 N'luk kuvvet etkisinde şekildeki yönde hareket etmektedir.

Sürtünme katsayısı 0,2 olduğuna göre, cisme etki eden sürtünme kuvvetini bulunuz. ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

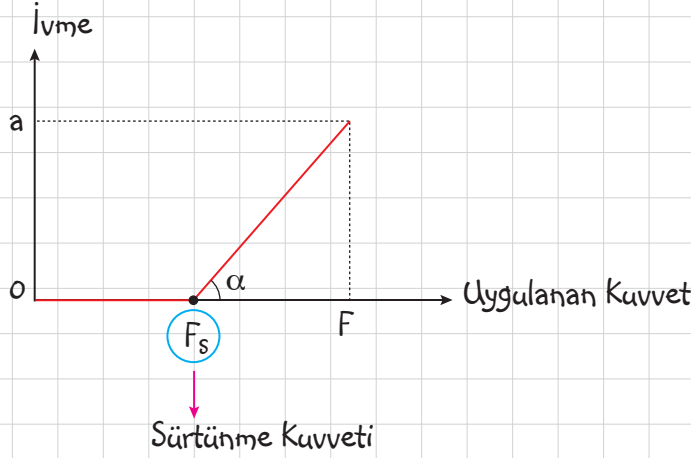
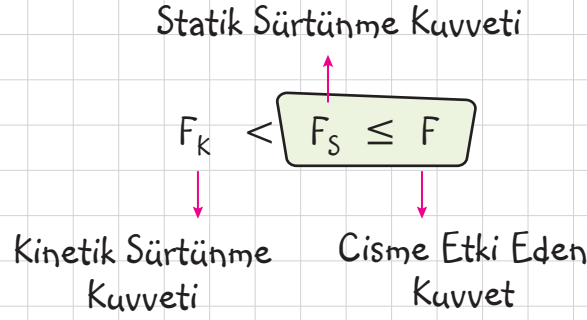
Çözüm:

✓ Duran bir arabayı hareket ettirmek, hareket hâlindeki bir arabayı itmekten daha Çünkü, durgun cisimlere etki eden sürtünme kuvveti daha fazladır.

Cisimlere durgun hâlde iken etki eden sürtünme kuvvetine denir.

Cisimler hareket hâlinde iken cisme etki eden sürtünme kuvvetine denir.

✓ Cisim hareket edene kadar cisme etki eden sürtünme kuvveti, cisme uygulanan kuvvet



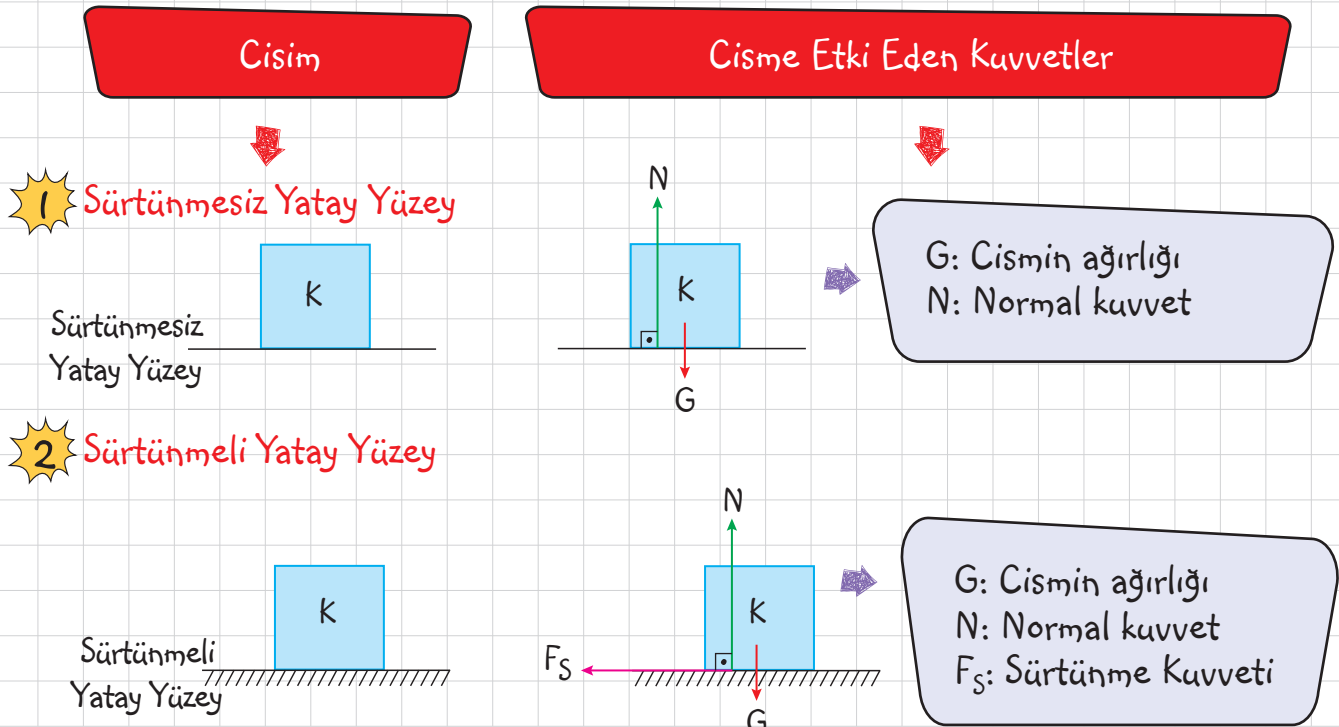
Bir cisme ait olan, ivme-uygulanan kuvvet grafiğini inceleyelim.
Uygulanan kuvvet, sürtünme kuvvetine (F_s) oluncaya kadar cisim ivme kazanmamıştır.
Uygulanan kuvvet sürtünme kuvvetinden daha fazla olunca cisim ivme kazanmıştır.

Grafiğin eğimi yani $\tan \alpha = \frac{1}{\text{kütle}}$ yi verecektir.

● Serbest Cisim Diyagramı

Bir cisme etki eden bütün kuvvetlerin gösterilmesine denir.

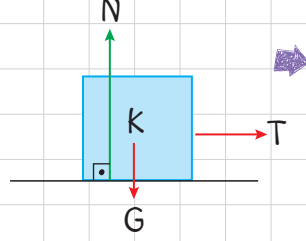
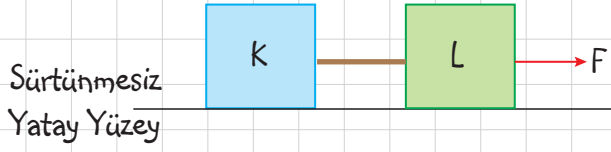
Cisimler bazı konumlarda iken serbest cisim diyagramları aşağıdaki gibidir.



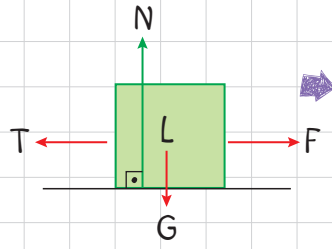
Cisim

Cisme Etki Eden Kuvvetler

3 Sürtünmesiz Yatay Yüzey

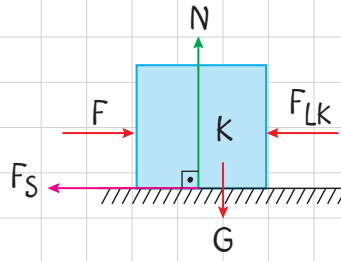
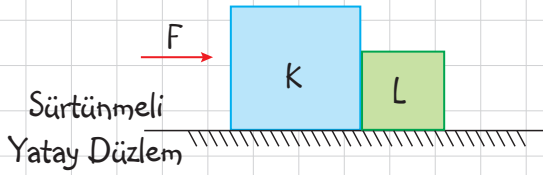


G: Cismin ağırlığı
N: Normal kuvvet
T: İpteki gerilme kuvveti

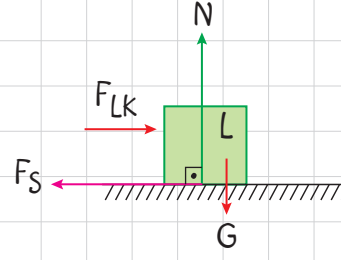


G: Cismin ağırlığı
N: Normal kuvvet
T: İpteki gerilme kuvveti
F: Kuvvet

4 Sürtünlü Yatay Düzlem



G: K cisminin ağırlığı
N: Normal kuvvet
F_s: K cismine etki eden sürtünme kuvveti
F: Uygulanan kuvvet
F_LK: L cisminin K cismine uyguladığı tepki kuvveti

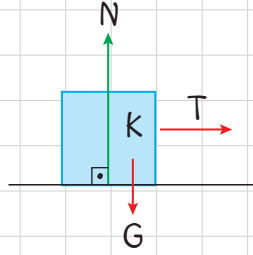
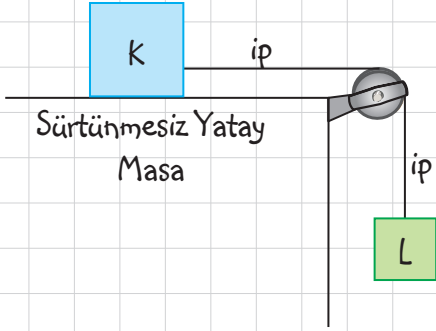


G: L cisminin ağırlığı
N: Normal kuvvet
F_s: L cismine etki eden sürtünme kuvveti
F_LK: K cisminin L cismine etkisi

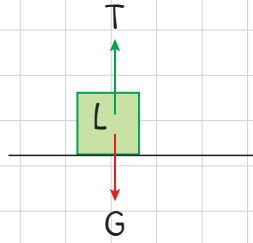
Cisim

Cisme Etki Eden Kuvvetler

5 Sürtünmesiz Yatay Masa

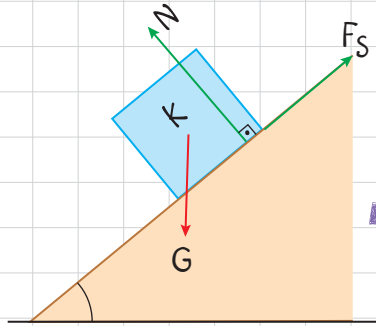
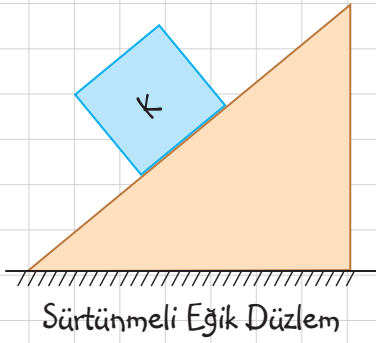


G: K cisminin ağırlığı
N: Normal kuvvet
T: İpteki gerilme kuvveti



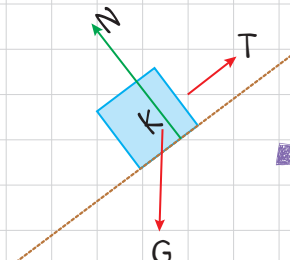
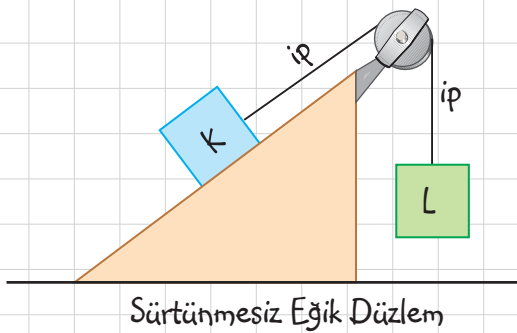
G: L cisminin ağırlığı
T: İpteki gerilme kuvveti

6 Sürtümlü Eğik Düzlem



G: K cisminin ağırlığı
N: Normal kuvvet
F_s: Sürtünme kuvveti

7 Sürtünmesiz Eğik Düzlem



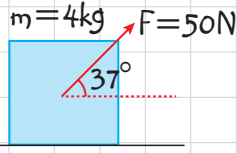
G: K cisminin ağırlığı
N: Normal kuvvet
T: İpteki gerilme kuvveti



G: L cisminin ağırlığı
T: İpteki gerilme kuvveti



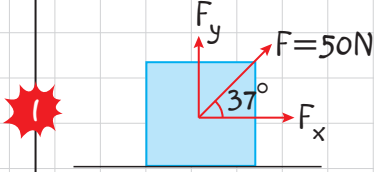
GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 4 kg'lık cisme 50 N değerindeki kuvvet şekildeki gibi uygulanıyor.

Buna göre cismin kazanacağı ivme kaç m/s^2 'dir? ($\sin 37 = 0,6$ $\cos 37 = 0,8$)

Çözüm:



Öncelikle cisme uygulanan kuvvetin yatay ve düşey bileşenlerini bulmalıyız.

$$F_x = F \cdot \cos 37 = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ N}$$

$$F_y = F \cdot \sin 37 = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ N}$$

Cismi hareket ettiren net kuvvet F_x kuvvetidir.

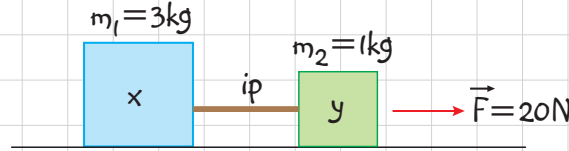
Formülünde bilinenler yerine yazılırsa;

$$F_{\text{net}} = m \cdot a$$

$$F_x = m \cdot a$$

$$40 = 4 \cdot a$$

Sonuç: $a = 10 \text{ m/s}^2$ bulunur.



m_1 ve m_2 cisimleri sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde birbirlerine ağırlıksız bir ip ile bağlanarak 20 N'luk kuvvet ile çekilmektedir. Buna göre;

- 2**
- Cisimlerin kazanacağı ivme nedir?
 - İpte oluşan gerilme kuvveti kaç N'dur?

Çözüm:

a) Sistemi hareket ettiren kuvvet dış kuvettir. Yani, bu sistemi hareket ettiren kuvvet 20 N'luk F kuvvetidir.

$$F_{\text{net}} = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$20 = (3 + 1) \cdot a$$

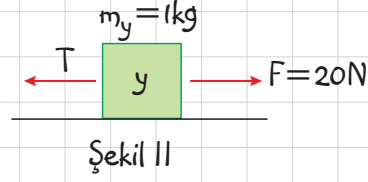
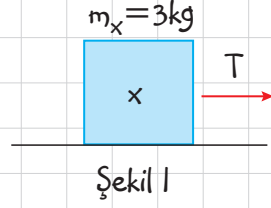
Sonuç: $a = 5 \text{ m/s}^2$ olur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

b) İpteki gerilme kuvveti iç kuvvettir. Serbest cisim diyagramından faydalana-
rak ip gerilmesini bulabiliriz.

2



Şekil I için; $T = m_x \cdot a$
 $T = 3 \cdot a$

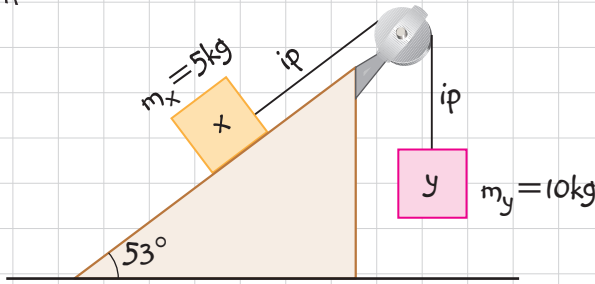
Sonuç: $T = 15 \text{ N}$

Şekil II için; $F - T = m_y \cdot a$
 $20 - T = 1 \cdot 5$

Sonuç: $T = 15 \text{ N}$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



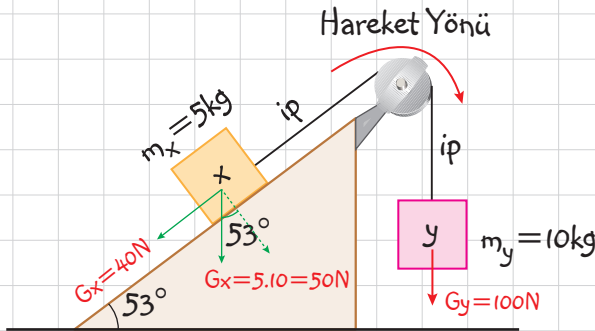
Şekildeki sürtünmesiz sistemdeki x ve y cisimleri serbest bırakılıyor.

- a) Sistemin ivmesi nedir?
b) Cisimleri birbirine bağlayan ip-
lerdeki gerilme kuvveti nedir?
($g = 10 \text{ m/sn}^2$ $\sin 53 = 0,8$
 $\cos 53 = 0,6$)

Çözüm:

a) Sistemdeki harekete neden olan dış kuvvetleri belirleyelim.

3



Sistemi harekete geçiren iki tane dış kuvvet vardır.

Bunlardan birincisi y cisminin ağırlığı olan G_y , ikincisi ise x cisminin ağırlığının x bileşeni olan $G_{x(x)}$ 'dir.

$$\begin{aligned} G_{x(x)} &= G_x \cdot \sin 53 & G_y &= m \cdot g \\ &= 50 \cdot 0,8 & &= 10 \cdot 10 \\ &= 40 \text{ N} & &= 100 \text{ N} \end{aligned}$$

Artık sistemin ivmesini bulabiliriz.

$$\begin{aligned} F_{\text{net}} &= (m_x + m_y) \cdot a \\ G_y - G_{x(x)} &= (m_x + m_y) \cdot a \\ 100 - 40 &= (10 + 5) \cdot a \\ 60 &= 15 \cdot a \end{aligned}$$

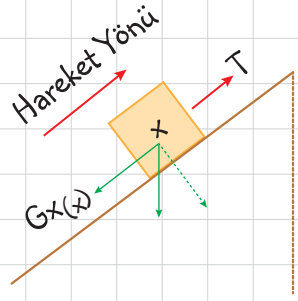
Sonuç: $a = 4 \text{ m/sn}^2$



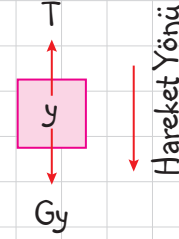
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

b) İpteki T gerilmesini serbest cisim diyagramından bulabiliriz.

3



Şekil I



Şekil II

Hem Şekil I'i hem de Şekil II'yi kullanarak T gerilmesini bulabiliriz.

Şekil I'den yararlandığımızda; Şekil II kullanılarak da (T) ip gerilmesi bulunabilir.

$$F_{\text{net}} = m_x \cdot a$$
$$T - G_{x(x)} = m_x \cdot a$$
$$T - 40 = 5 \cdot 4$$

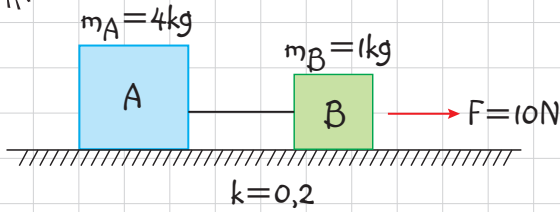
Sonuç: $T = 60 \text{ N}$

$$F_{\text{net}} = m_y \cdot a$$
$$G_y - T = m_y \cdot a$$
$$100 - T = 10 \cdot 4$$

Sonuç: $T = 60 \text{ N}$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

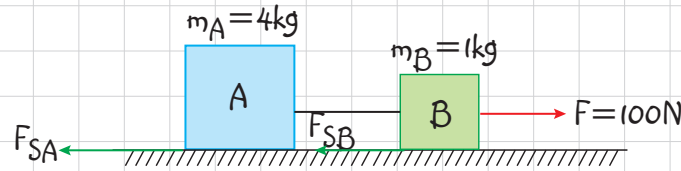


Şekildeki A ve B cisimleri yatay yüzeyde 100 N'luk kuvvet ile çekiliyor. Yüzey ile cisimler arasındaki sürtünme katsayısı $k = 0,2$ olduğuna göre, cisimlerin kazandıkları ivmeyi hesaplayınız. ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

Sistemi hareket ettiren dış kuvvetleri belirleyelim.

4



$$f_{SA} = k \cdot m_A \cdot g = 0,2 \cdot 4 \cdot 10 = 8 \text{ N}$$

$$f_{SB} = k \cdot m_B \cdot g = 0,2 \cdot 1 \cdot 10 = 2 \text{ N}$$

Şimdi cisimlerin ivmelerini bulabiliriz.

$$F_{\text{net}} = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$F - f_{SA} - f_{SB} = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$100 - 8 - 2 = (4 + 1) \cdot a$$

$$90 = 5 \cdot a$$

Sonuç: $a = 18 \text{ m/sn}^2$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



$$m_K = 3 \text{ kg} \quad m_L = 2 \text{ kg}$$

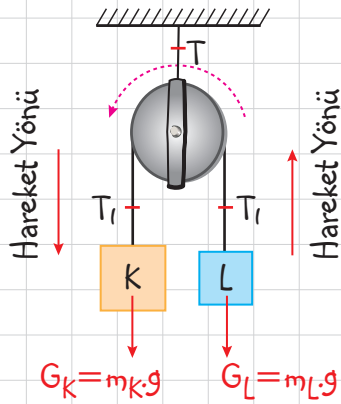
Kütleleri 3 kg ve 2 kg olan K ve L cisimleri şekildeki konumda tutuluyor.

Sistem serbest bırakıldığında;

- Cisimlerin kazandıkları ivmeyi bulunuz.
- İplerdeki T_1 gerilmesini bulunuz.
- Sistemi tavana bağlayan ipteki T gerilmesini bulunuz. ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

Öncelikle sistemi harekete geçiren dış kuvvetleri bulalım ve hareketin yönünü belirleyelim.



Sistemi harekete geçiren dış kuvvetlerden K cisminin ağırlığı G_K ve L cisminin ağırlığı G_L 'dir.

$$G_K = m_K \cdot g = 3 \cdot 10 = 30 \text{ N}$$

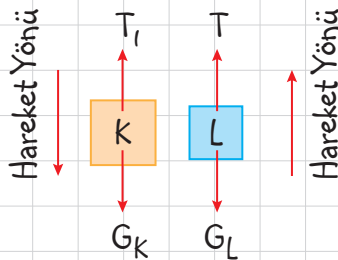
$$G_L = m_L \cdot g = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$$

$G_K > G_L$ olduğu için sistem G_K tarafına doğru hareket eder.

$$\begin{aligned} \text{a) } F_{\text{net}} &= (m_K + m_L) \cdot a \\ G_K - G_L &= (m_K + m_L) \cdot a \\ 30 - 20 &= (3 + 2) \cdot a \\ 10 &= 5 \cdot a \end{aligned}$$

Sonuç: $a = 2 \text{ m/sn}^2$

b) İplerdeki T_1 gerilmesi iç kuvvettir. T_1 gerilmesini bulmak için serbest cisim diyagramı kullanılır.



K cismi için;

$$\begin{aligned} G_K - T_1 &= m_K \cdot a \\ 30 - T_1 &= 3 \cdot 2 \end{aligned}$$

Sonuç: $T_1 = 24 \text{ N}$

L cismi için;

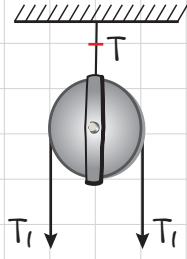
$$\begin{aligned} T - G_L &= m_L \cdot a \\ T - 20 &= 2 \cdot 2 \end{aligned}$$

Sonuç: $T = 24 \text{ N}$



GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

c) Cisimleri tavana bağlayan ip gerilmesi ise aşağıdaki şekilde bulunur.



$$T = T_1 + T_1$$

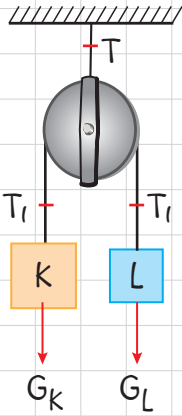
$$T = 2T_1$$

$$T = 2 \cdot 24$$

Sonuç: $T = 48 \text{ N}$ olur.



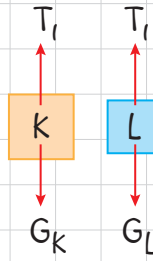
Soruları aşağıdaki şekilde II. yoldan da bulabiliriz.



Her bir cisim için serbest cisim diyagramından faydalanıp kuvvet - ivme ilişkisi yazılır ve matematiksel işlemler ile sonuç bulunur.

K için serbest cisim diyagramı

Hareket Yönü



L için serbest cisim diyagramı

Hareket Yönü

6

a) K için: $G_k - T_1 = m_k \cdot a$

L için: $T_1 - G_L = m_L \cdot a$

$$G_k - G_L = (m_k + m_L) \cdot a$$

$$30 - 20 = 5 \cdot a$$

Sonuç: $a = 2 \text{ m/sn}^2$ olur.

b) Bulduğumuz ivme değerini I denkleminde yerine koyalım.

$$G_k - T_1 = m_k \cdot a$$

$$30 - T_1 = 3 \cdot 2$$

Sonuç: $T_1 = 24 \text{ N}$

c) Cisimleri tavana bağlayan ipteki gerilme kuvveti;

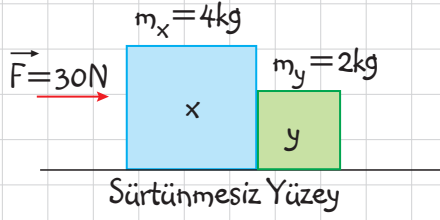
$$T = 2T_1$$

$$T = 2 \cdot 24$$

Sonuç: $T = 48 \text{ N}$ olur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki gibi yan yana duran x ve y cisimleri 30 N'luk kuvvet ile itiliyor.

Yüzey sürtünmesiz olduğuna göre;

- Cisimlerin kazanacakları ivme kaç m/s^2 'dir?
- X cisminin Y cismine etkisi kaç N'dur?
- Y cisminin X cismine tepkisi kaç N'dur?

Çözüm:

a) Cisimleri birlikte hareket ettiren dış kuvvet 30 N'dur. Bu durumda cisimlerin birlikte kazandıkları ivme,

$$F_{net} = (m_x + m_y) \cdot a$$

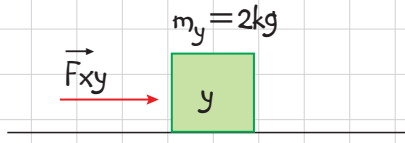
$$30 = (4 + 2) \cdot a$$

$$30 = 6 \cdot a$$

Sonuç: $a = 5 m/s^2$ olur.

7

b) Etki kuvveti, iç kuvvettir. Bu yüzden Y cisminin serbest cisim diyagramını çizelim.



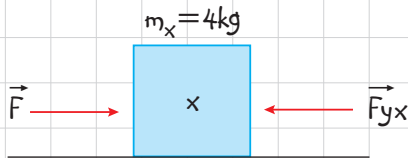
F_{xy} : x cisminin y cismine etkisi;

$$F_{xy} = m_y \cdot a$$

$$F_{xy} = 2 \cdot 5$$

Sonuç: $F_{xy} = 10 N$ 'dur.

c) Etki ve tepki kuvvetleri birbirine eşittir. Yani Y'nin x'e tepkisi 10 N'dur. Bunu X cisminin serbest cisim diyagramını çizerek ispatlayalım.



F_{yx} : x cisminin y cismine etkisi;

$$F_{net} = m_x \cdot a$$

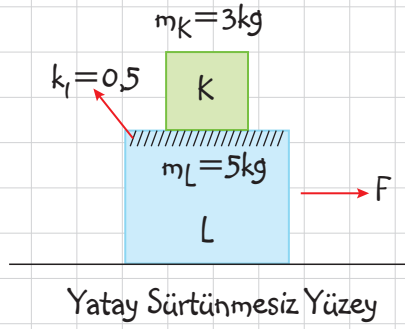
$$F - F_{yx} = m_x \cdot a$$

$$30 - F_{yx} = 4 \cdot 5$$

Sonuç: $F_{yx} = 10 N$ 'dur.



GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

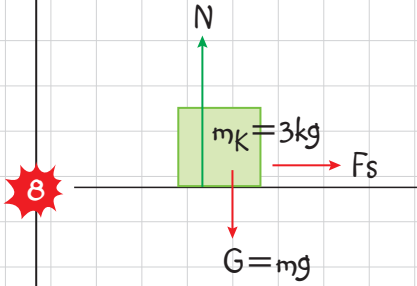


Şekildeki sistemde sadece K ve L cisimleri arası sürtünmelidir ve sürtünme katsayısı $k = 0,5$ 'tir. K cismi L cismi üstünden düşmeyecek şekilde cisimleri birlikte hareket ettirebilecek F kuvvetinin en büyük değeri kaç N'dur? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

F kuvveti L cismine uygulanmış. K cismini hareket ettiren kuvvet, K ile L arasında oluşan sürtünme kuvvetidir.

K cismi için serbest cisim diyagramı çizerek soruyu çözelim.



K cismi F_s kuvveti sayesinde ivme kazanacaktır.

$$F_s = k \cdot N = k \cdot m \cdot g = 0,5 \cdot 3 \cdot 10 = 15 \text{ N}$$

K cisminin 15 N'luk sürtünme kuvveti sayesinde kazanacağı ivmeyi bulalım.

$$F_s = m_K \cdot a$$

$$15 = 3 \cdot a$$

$$a = 5 \text{ m/sn}^2 \text{ olur.}$$

K cismi ile L cisminin birlikte hareket edebilmesi için, L cisminin de ivmesi 5 m/sn^2 olmalıdır.

Yani; iki cismi birlikte hareket ettiren kuvvet, sisteme 5 m/sn^2 lik ivme kazandırmalıdır.

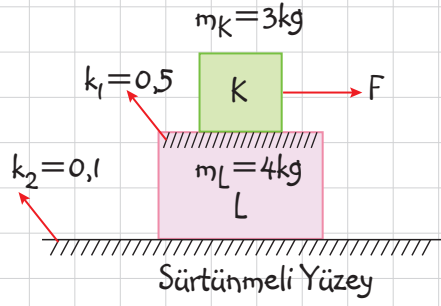
$$F = (m_K + m_L) \cdot a$$

$$F = (3 + 5) \cdot 5$$

Sonuç: $F = 40 \text{ N}$ olmalıdır.



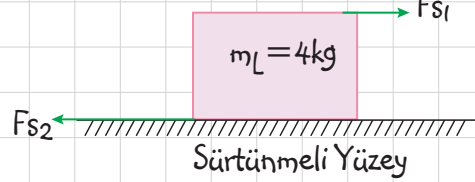
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki K cismi ile L cismi arasındaki sürtünme katsayısı $k_1 = 0,5$; cisimler ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı $k_2 = 0,1$ 'dir. K cismi L cisminin üstünden düşmeyecek şekilde, cisimleri birlikte hareket ettirecek F kuvvetinin en büyük değeri kaç N'dur? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

Kuvvet üstteki cisme uygulandığı için öncelikle L cismini hareket ettirecek kuvvetleri ve L cisminin kazanacağı ivmeyi bulalım.



f_{s1} : K cismi ile L cismi arasında oluşan sürtünme kuvveti

f_{s2} : Cisimler ile yüzey arasında oluşan sürtünme kuvveti

$$f_{s1} = k \cdot m_K \cdot g = 0,5 \cdot 3 \cdot 10 = 15 \text{ N}$$

$$f_{s2} = k(m_K + m_L) \cdot g = 0,1 \cdot (4 + 3) \cdot 10 = 7 \text{ N}$$

L cisminin kazanacağı ivme,

$$F_{\text{net}} = m_L \cdot a \text{ ile bulunur.}$$

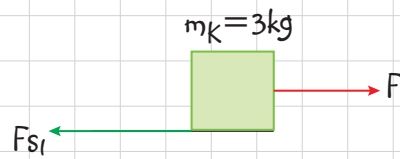
$$f_{s1} - f_{s2} = m_L \cdot a$$

$$15 - 7 = 4 \cdot a$$

$$8 = 4 \cdot a$$

$$a = 2 \text{ m/sn}^2$$

Bu durumda K cisminin de ivmesi 2 m/sn^2 olmalıdır.



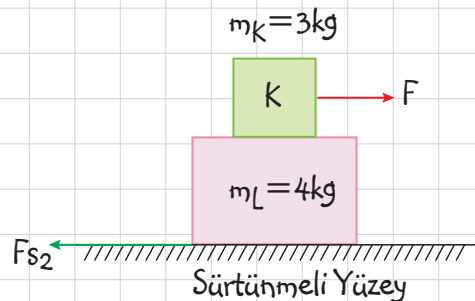
K cismi için serbest cisim diyagramından faydalanarak F kuvvetinin en büyük değeri bulunur.

$$F - f_{s1} = m_K \cdot a$$

$$F - 15 = 3 \cdot 2$$

Sonuç: $F = 21 \text{ N}$ olur.

II. Yöntem: F kuvvetini, sisteme etki eden kuvvetlerden de bulabiliriz. L cisminin ivmesi 2 m/sn^2 ise sistemin ivmesi de 2 m/sn^2 olmalıdır. Sisteme etki eden dış kuvvetleri belirleyelim.



$$f_{s2} = k \cdot N = 0,1 \cdot (3 + 4) \cdot 10$$

$$f_{s2} = 7 \text{ N} \text{ bulmuştuk.}$$

Bu durumda sistemin ivmesi,

$$F_{\text{net}} = (m_K + m_L) \cdot a$$

$$F - f_{s2} = (m_K + m_L) \cdot a$$

$$F - 7 = (3 + 4) \cdot 2$$

Sonuç: $F = 14 + 7 = 21 \text{ N}$ bulunur.

1.3.3. EYLEMSİZLİK KUVVETİNİN UYGULAMALARI

İvmeli hareket yapan araçların içindeki cisimlere etki eden kuvvete denir.

Örneğin araba içinde yolculuk yaparken, şoför aniden frene basarsa doğru, şoför gaza bastığında arkamıza doğru savruluruz.

Bunun nedeni araç içindeki cisme etki eden Eylemsizlik kuvvetinin büyüklüğü

$$F_{ey} = m \cdot a_{araç} \text{ ile bulunur.}$$

F_{ey} : Cisme etki eden eylemsizlik kuvveti

m : Cismin kütlesi

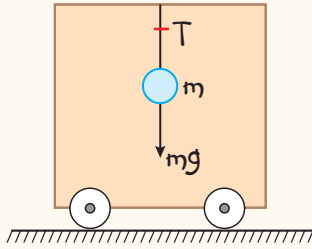
$a_{araç}$: Aracın ivmesi

✓ Eğer araç hızlanıyorsa eylemsizlik kuvveti hızlanma yönüne yöndedir.

✓ Eğer araç yavaşlıyorsa eylemsizlik kuvveti yavaşlama yönüyle yöndedir.

Bir aracın tavanına asılan m kütleli cisme etki eden eylemsizlik kuvvetlerini inceleyelim.

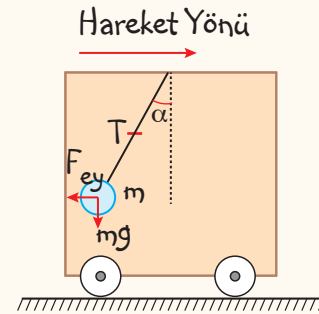
a) Araç durgun ya da sabit hızla hareket ediyorsa;



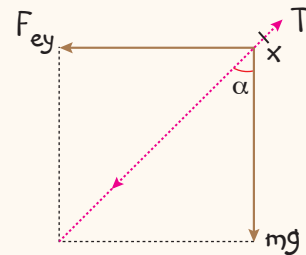
Araç durgun ya da sabit hızla hareket ederken araç içindeki cisme eylemsizlik kuvveti etki etmez. Cisim şekildeki gibi dengededir. İpteki gerilme;

$$T = mg \text{ ile bulunur.}$$

b) Araç \vec{a} ivmesi ile hızlanıyorsa;



Araç \vec{a} ivmesi ile hızlanırsa; araç içindeki cisme hızlanma yönüne ters yönde olacak şekilde eylemsizlik kuvveti etki eder.



$$F_{ey} = m \cdot a_{araç} \text{ tir.}$$

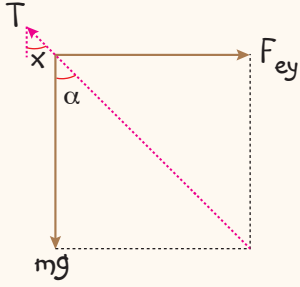
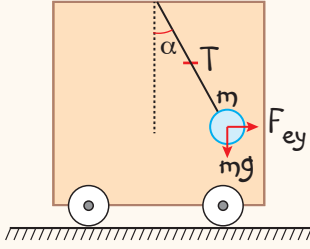
İpteki T gerilmesi, $F_{eylemsizlik}$ ile cismin ağırlığı G'nin bileşkesidir.

$$T = \frac{F_{ey}}{\sin\alpha}, T = \frac{mg}{\cos\alpha}$$
$$\tan\alpha = \frac{F_{ey}}{mg} = \frac{m \cdot a_{araç}}{m \cdot g} = \frac{a_{araç}}{g}$$

c)

Araç \vec{a} ivmesi ile yavaşlarsa;

Hareket Yönü

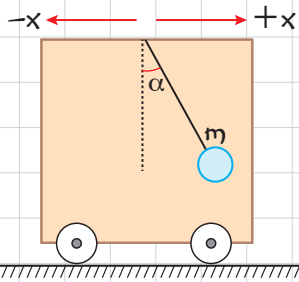
Araç \vec{a} ivmesi ile yavaşlarsa, araç içindeki cisme yavaşlama yönüyle yönde eylemsizlik kuvveti etki eder.

İpteki T gerilme kuvveti, cismin ile eylemsizlik kuvvetinin bileşkesidir.

$$\tan\alpha = \frac{F_{ey}}{mg} = \frac{\cancel{m} \cdot a_{\text{araç}}}{\cancel{m} \cdot g} = \frac{a_{\text{araç}}}{g}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

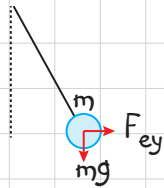


Hareket hâlindeki bir araç içindeki cismin denge durumu şekildaki gibidir. Buna göre;

- I. Araç sabit hızlı hareket yapıyordur.
- II. Araç (+x) yönünde hızlanıyordur.
- III. Araç (-x) yönünde hızlanıyordur.
- IV. α açısı cismin kütlesinden bağımsız, aracın ivmesi ile doğru orantılıdır.

Yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

Çözüm:



★ Cisme eylemsizlik kuvveti etki etmiş sabit hızlı hareket yapan araçların içindeki cisimlere eylemsizlik kuvveti etki etmez. I. yanlış.

★ Araç (+x) yönünde hızlanan hareket yapsaydı eylemsizlik kuvveti (-x) yönünde olurdu. II. yanlış.

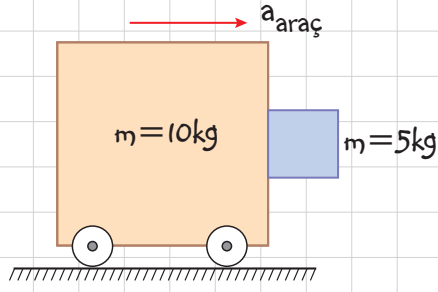
★ Araç (-x) yönünde hızlanırsa eylemsizlik ters yönde, (+x) yönünde olur. III. doğru.

★ $\tan\alpha = \frac{a_{\text{araç}}}{g}$ olduğu için α açısı cismin kütlesinden etkilenmez. Aracın ivmesi artarsa α açısı da artar. IV. doğru.

Sonuç: III ve IV doğru.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

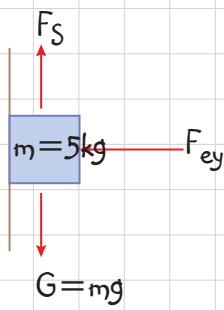


Kütlesi $M = 10$ kg olan kamyon, a ivmesi ile hızlanırken kamyon önündeki $m = 5$ kg kütleli cisim kaymadan duruyor. Kamyon ile cisim arasındaki sürtünme katsayısı $k = 0,5$ olduğuna göre, kamyonun hızlanma ivmesi kaç m/sn^2 'dir? ($g = 10 m/sn^2$)

Çözüm:

Kamyon önündeki m kütleli cisme etki eden kuvvetleri belirleyelim.

2



$G =$ Cismin ağırlığı

$F_{ey} =$ Cisme etki eden eylemsizlik kuvveti

$F_s =$ m kütleli cisim ile kamyon arasındaki sürtünme kuvveti

Cismin kaymadan durabilmesi için;

$F_s = G$ olmalıdır.

$G = m \cdot g = 5 \cdot 10 = 50$ N olduğuna göre;

$F_s = 50$ N dur.

$F_s = k \cdot N$ idi. $N = F_{ey}$

$F_s = k \cdot F_{ey}$

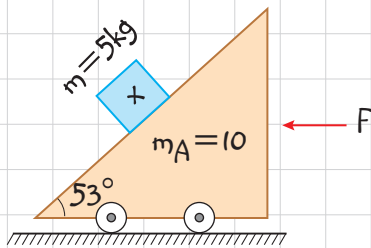
$50 = 0,5 \cdot m \cdot a_{araç}$

$50 = 0,5 \cdot 5 \cdot a_{araç}$

Sonuç: $a_{araç} = 20 m/sn$

SIRA SİZDE

8



Çözüm:

Şekildeki eğik düzlem sürtünmesizdir.

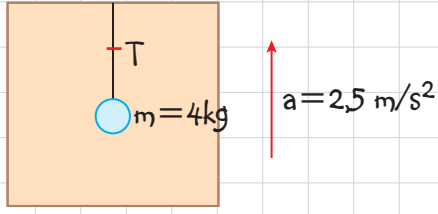
Kütlesi 5 kg olan x cisminin kaymadan araba ile birlikte hareket edebilmesi için arabaya uygulanan F kuvvetinin değeri kaç N olmalıdır?

($g = 10 m/sn^2$ $\sin 53 = 0,8$

$\cos 53 = 0,6$)

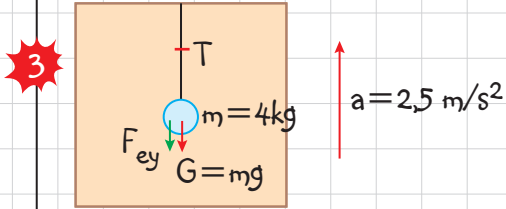


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Kütlesi 4 kg olan bir cisim, asansörün tavanına ağırlıksız ip ile bağlanmıştır. Asansör yukarı yönde $2,5 \text{ m/sn}^2$ lik ivme ile hızlandığına göre, ipde oluşan T gerilmesi kaç N'dur? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:



Asansör yukarı yönde hızlanırken cisme etki eden kuvvetler şekildeki gibidir.

$$G = m \cdot g = 4 \cdot 10 = 40 \text{ N}$$

$$F_{ey} = m \cdot a_{\text{araç}} = 4 \cdot 2,5 = 10 \text{ N}$$

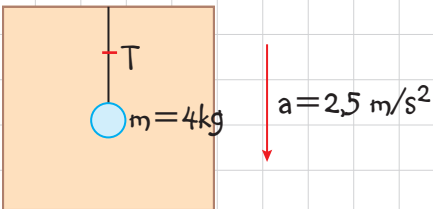
İpteki gerilme kuvveti;

$$T = F_{ey} + G$$

$$T = 10 + 40$$

Sonuç: $T = 50 \text{ N}$

SIRA SİZDE



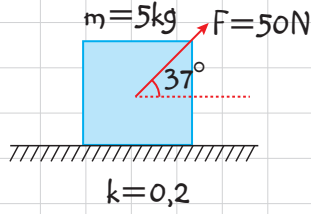
Çözüm:

9

Kütlesi 4 kg olan bir cisim, ağırlıksız bir ip ile asansörün tavanına bağlanmıştır. Asansör aşağı yönde $2,5 \text{ m/sn}^2$ lik ivme ile yavaşladığında ipde oluşan T gerilmesi kaç N'dur? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

TEST 3

1.

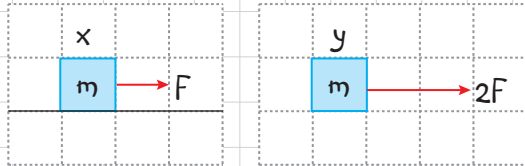


Sürtünme katsayısının $k = 0,2$ olduğu bir yüzeyde 5 kg kütleli cisim, yatayla 37° yapan 50 N 'luk kuvvet ile çekiliyor.

Buna göre cismin kazandığı ivme kaç m/s^2 'dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

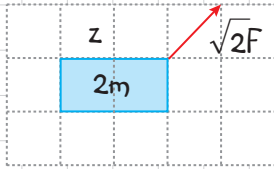
- A) 5 B) 6,4 C) 7,2 D) 7,4 E) 8

2.



Şekil I

Şekil II



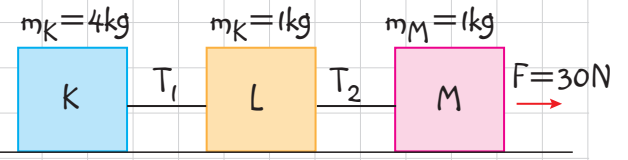
Şekil III

x , y ve z cisimlerine sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde sırasıyla F , $2F$ ve $\sqrt{2}F$ kuvvetleri uygulanıyor.

Cisimlerin kazandıkları ivmeler a_x , a_y ve a_z arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $a_x > a_y > a_z$
 B) $a_y > a_x > a_z$
 C) $a_z > a_x > a_y$
 D) $a_x = a_y = a_z$
 E) $a_x = a_y > a_z$

3.



Sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde, birbirlerine ipler ile bağlı K , L , M cisimleri 30 N luk kuvvet ile çekiliyor.

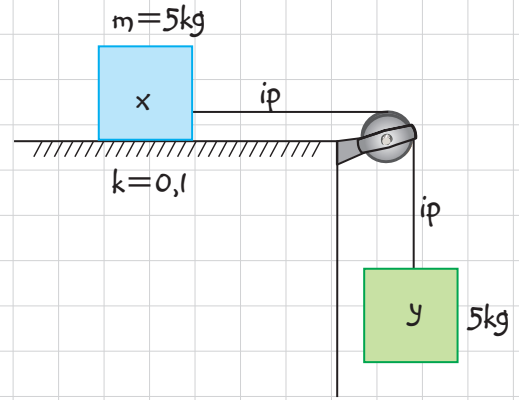
$K - L$ arasındaki ip gerilmesi T_1 , $L -$

M arasındaki ip gerilmesi T_2 olduğuna

göre $\frac{T_1}{T_2}$ oranı nedir?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{4}{5}$ E) 1

4.



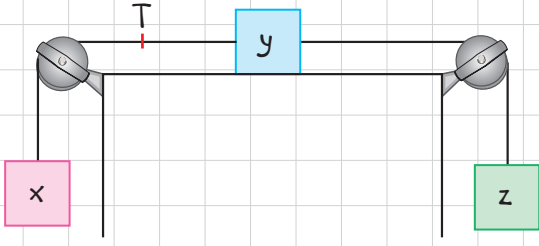
Şekildeki yatay düzlem sürtünmelidir ve sürtünme katsayısı $k = 0,1$ 'dir.

Cisimler serbest bırakıldığında sistemin ivmesi kaç m/s^2 olur?

- A) 4,5 B) 4 C) 3,2 D) 2,8 E) 1

TEST 3

5.

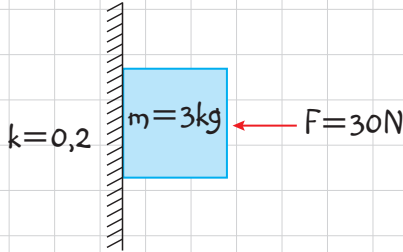


Şekildeki sürtünmesiz sistemdeki x, y, z cisimleri serbest bırakılıyor.

Cisimlerin kütleleri $m_x = 10$ kg, $m_y = 1$ kg ve $m_z = 4$ kg olduğuna göre x ile y cismi arasındaki ipte oluşan gerilme kuvveti kaç N'dur?

- A) 50 B) 60 C) 65 D) 70 E) 75

6.

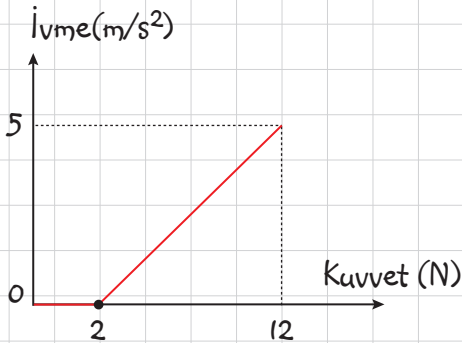


Sürtünme katsayısının 0,2 olduğu düşey duvarda, $m = 3$ kg kütleli cisme $F = 30$ N değerindeki kuvvet şekildeki gibi uygulanıyor.

Cismin kazanacağı ivme kaç m/sn^2 'dir?

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 9 E) 10

7.

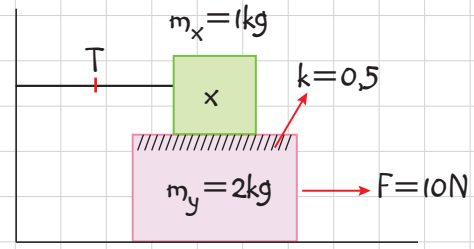


Sürtünlü yatay düzlemde durmakta olan cisme yatay doğrultuda etki eden kuvvet - ivme grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre cisim ile yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı nedir? ($g = 10$ m/sn^2)

- A) 0,1 B) 0,5 C) 1 D) 1,1 E) 1,2

8.

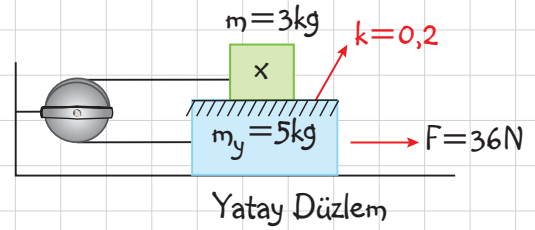


Şekildeki yatay düzlem sürtünmesiz ve x ile y cismi arasındaki sürtünme katsayısı $k = 0,5$ 'dir.

Y cismine 10 N'luk kuvvet uygulandığına göre ipde oluşan T gerilme kuvveti kaç N'dur? ($g = 10$ m/sn^2)

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 7 E) 10

9.

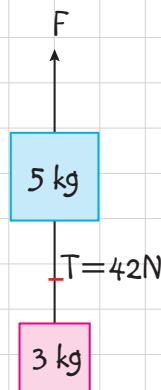


Şekildeki yatay düzlem sürtünmesiz, x ile y cismi arası sürtünlü ve sürtünme katsayısı $k = 0,2$ 'dir.

Y cismi $F = 36$ N'luk kuvvet ile çekildiğinde, x cismi y cismi üzerinden düşene kadar x cisminin ivmesi kaç m/sn^2 olur? ($g = 10$ m/sn^2)

- A) 3 B) 4 C) 4,2 D) 4,6 E) 4,8

10.



Şekildeki 5 kg ve 3 kg kütleli cisimler bir ip ile bağlanarak F kuvveti ile yukarı yönde çekiliyorlar.

Cisimler arasındaki ipde oluşan gerilme kuvveti 42 N olduğuna göre F kuvveti kaç N'dur? ($g = 10$ m/sn^2)

- A) 50 B) 60 C) 75 D) 82 E) 112

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.4. BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

- 1.4.1. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket Grafikleri
- 1.4.2. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket Denklemleri
- 1.4.3. Yerin Çekim Alanında Tek Boyutlu Hareketler (Atışlar)
- 1.4.4. Serbest Düşme Hareketi
- 1.4.5. Havanın Direnç Kuvveti ve Limit Hız
- 1.4.6. Sabit İvmeli, İlk Hızı Olan Düşüş Doğrultudaki Hareket

1.4. BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

Sabit İvmeli Hareket Nedir?

Hareket, bir cismin değiştirmesidir. Düz bir yolda koşan çocuğun hareketi öteleme hareketi, dünyanın kendi etrafında dönmesi dönme hareketi, bisiklet tekerinin hareketi ise hem dönme hem de öteleme hareketine örnek olarak verilebilir.

- ✓ **İvme:** Hareket hâlindeki cisimler hep aynı hızla hareket etmezler. Bazen hızlanır bazen yavaşlarlar. Cisimlerin birim zamandaki hız değişimine denir. \vec{a} ile gösterilir. Birimi m/sn^2 dir.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

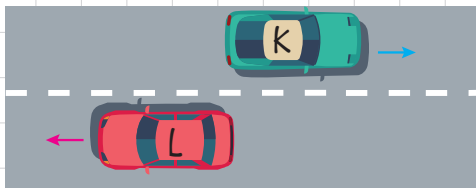
\vec{a} = cismin ivmesi (m/sn^2)
 $\Delta \vec{V}$ = Hız değişimi (m/sn)
 Δt = Hız değişiminin olduğu zaman aralığı (sn)



Bir cismin sabit ivmeli hareket yapabilmesi için hareketlinin değişim, eşit zaman aralıklarında miktarda olmalıdır.

HATIRLATMA:

(-) ← → (+)



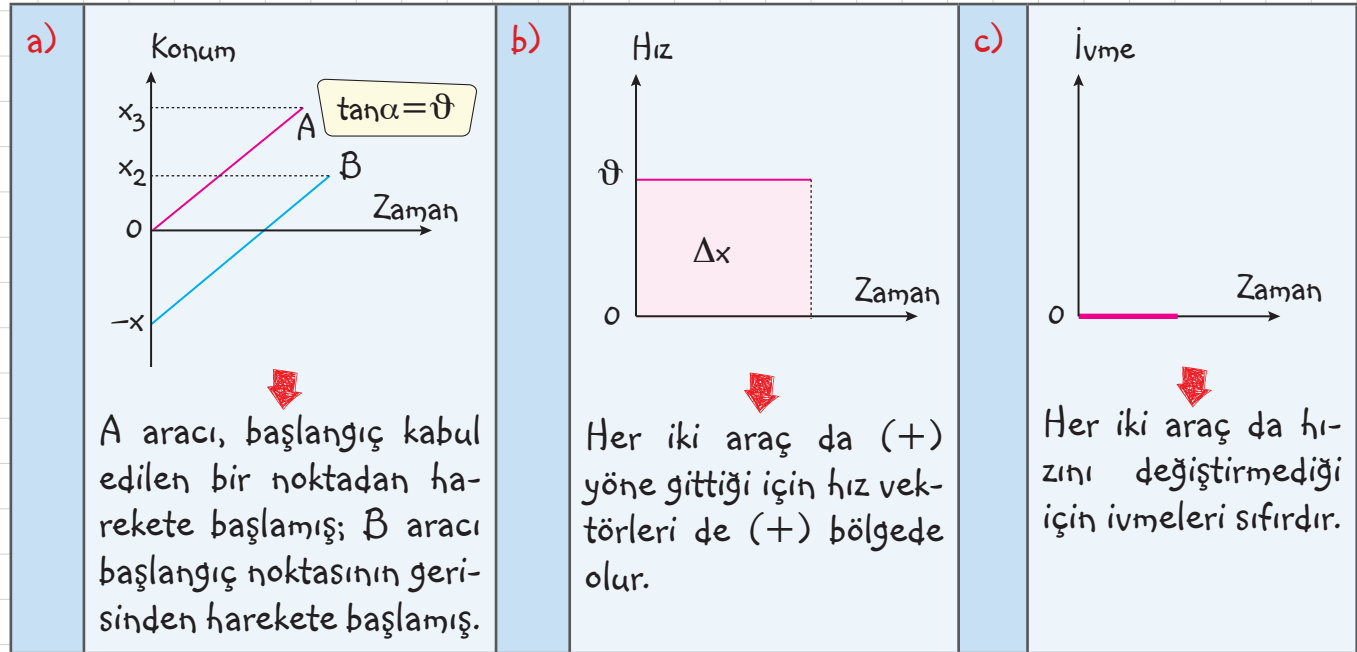
Önce sabit hızlı hareketi hatırlayalım. 9. sınıfta sabit hızlı hareketi öğrenmiştik. Sabit hızlı hareket, bir hareketlinin eşit zamanda yol alması idi. Sabit hızlı hareket yapan cisimlerin hızları değişmediği için ivmeleri

Düz bir yolda hareketli cisimler (+) yöne ya da (-) yöne gidebilirler.

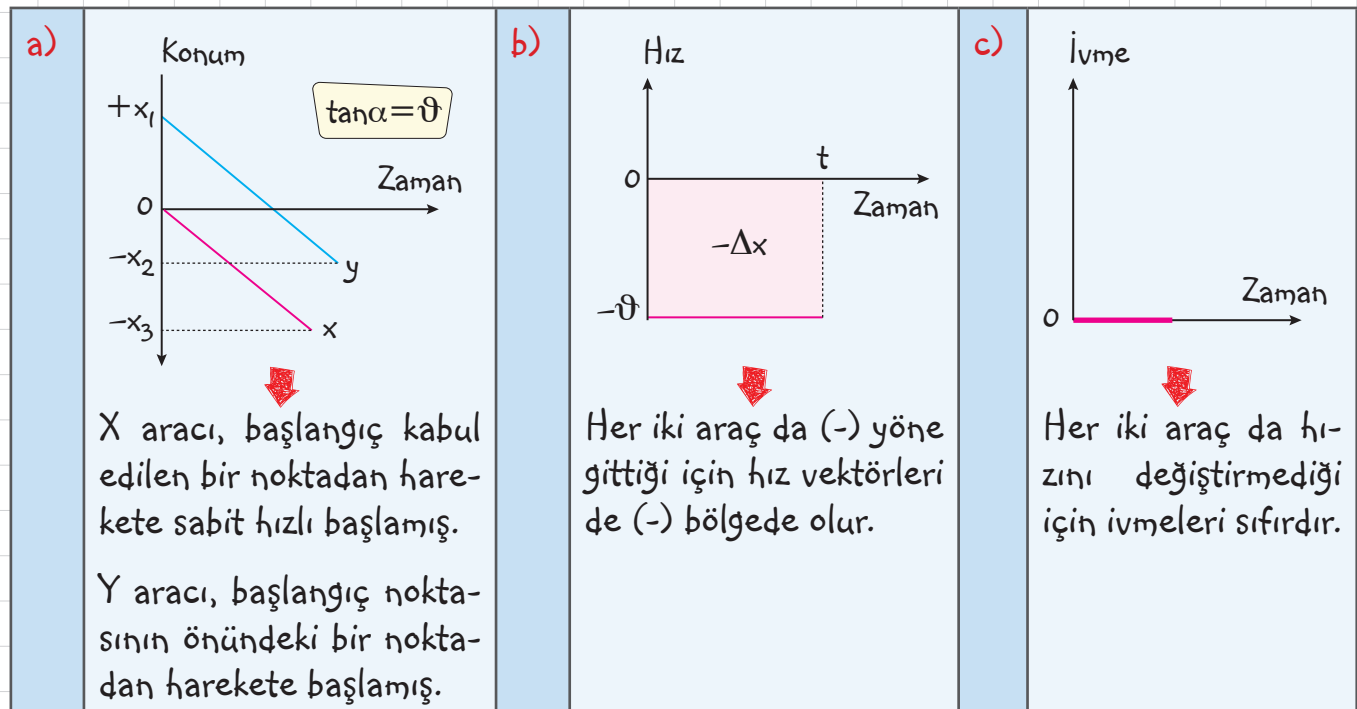
Örneğin; aynı yolda ilerleyen araçlardan K aracı (+) yönde hareket ederken L aracı (-) yönde hareket ediyordur.

1.4.1. BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET GRAFİKLERİ

(+) yönde sabit hızlı hareket eden araçların grafiklerini çizelim.



(-) yönde sabit hızlı hareket eden araçların grafiklerini çizelim.



Sabit hızlı harekette hız $\vec{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ile bulunur.

\vec{V} : Cismin hızı (m/sn)

Δx : Cismin yer değiştirmesi (m)

Δt : Yer değiştirmenin olduğu zaman aralığı (sn)



Konum - zaman grafiğinin eğimi hızı verir.



Hız-zaman grafiğinin altındaki alan, yer değiştirmeyi verir. $\Delta x(+)$ çıkarsa cisim (+) yönde yer değiştirmiştir. $\Delta x(-)$ çıkarsa cisim (-) yönde yer değiştirmiştir.

Sabit İvmeli Hareket İkiye Ayrılır:

- 1) Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket
- 2) Düzgün Yavaşlayan Doğrusal Hareket

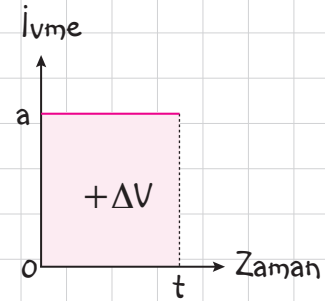
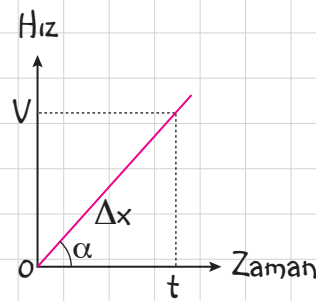
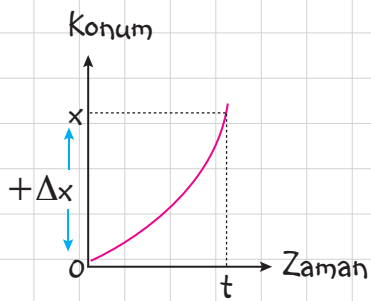
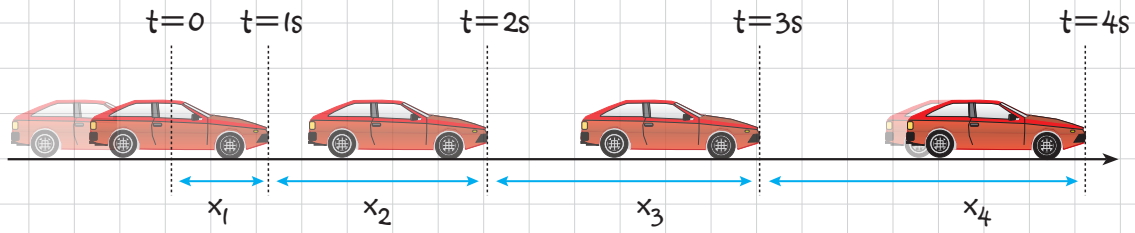
🔴 Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket

Bir hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda, cisim **düzgün hızlanan hareket** yapıyordur.

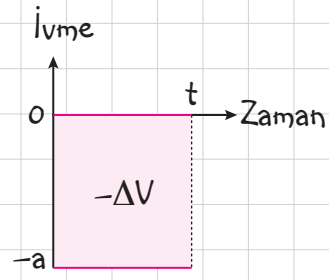
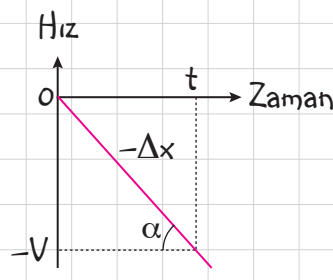
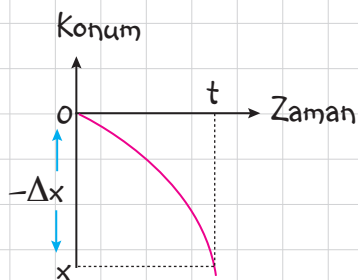
Cisimler duruştan itibaren hızlanabilirler ya da belli bir sabit hızdan sonra hızlanabilirler.

✅ Düzgün Hızlanan Harekete Ait Grafikler

🌟 1 (+) yönde düzgün hızlanan harekete ait grafikler



🌟 2 (-) yönde düzgün hızlanan harekete ait grafikler



🔴 Düzgün Yavaşlayan Doğrusal Hareket

Bir hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda, cisim yapıyordur.



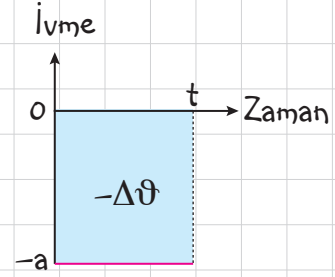
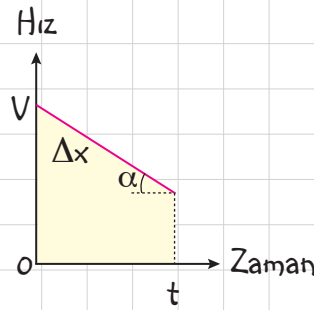
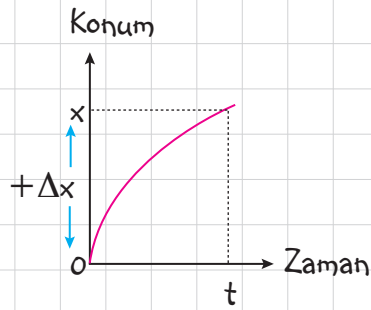
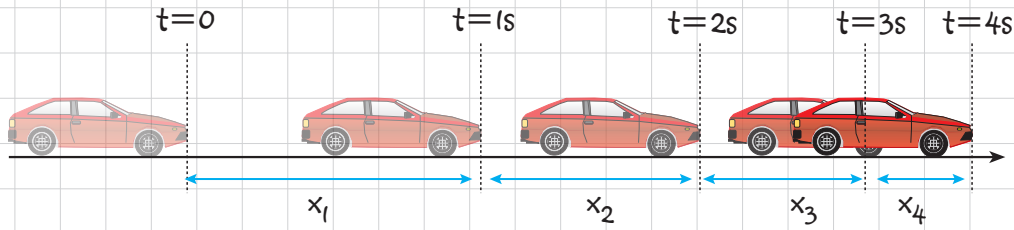
Cisimlerin yavaşlabilmesi için mutlaka ilk olmalıdır.



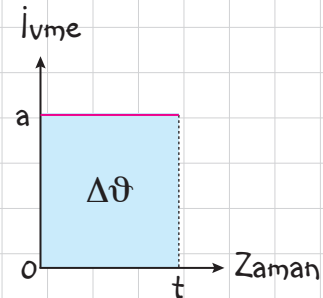
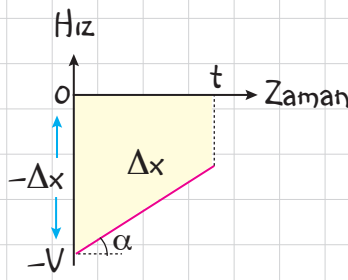
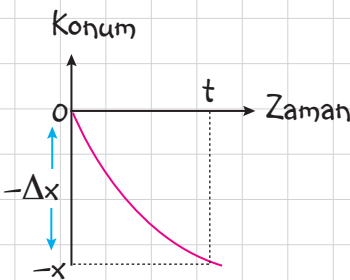
Cisim yavaşlayıp durabilir ya da yavaşlayıp belli bir hız değerinde yoluna devam edebilir.

✅ Düzgün Yavaşlayan Harekete Ait Grafikler

1 (+) yönde düzgün yavaşlayan harekete ait grafikler

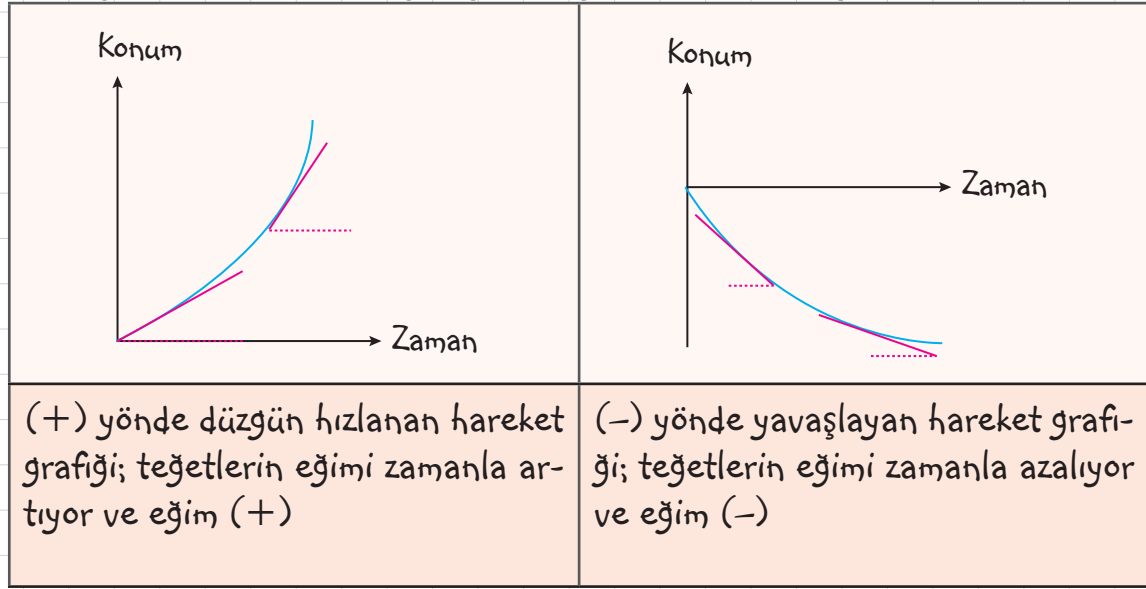


2 (-) yönde düzgün yavaşlayan harekete ait grafikler

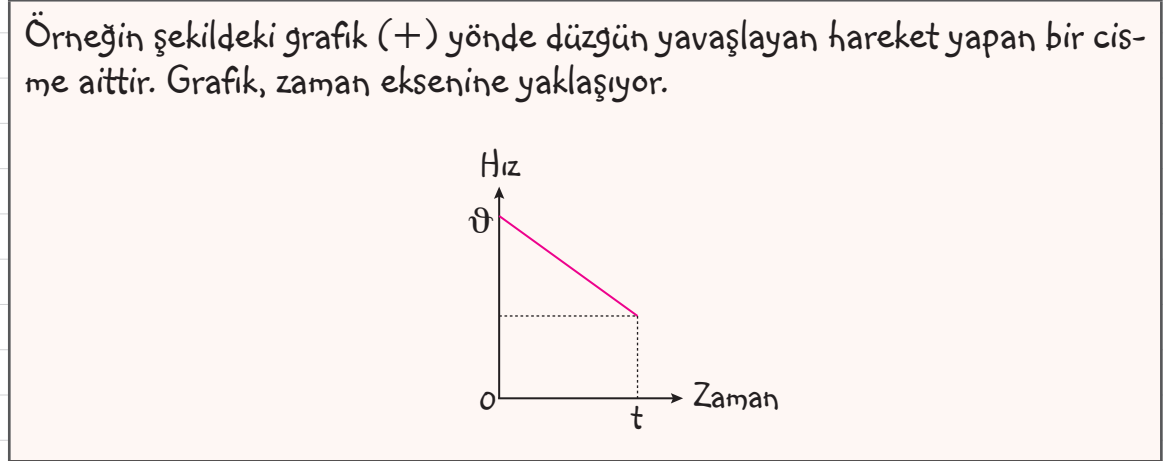


Sabit İvmeli Hareketin Grafik Yorumları

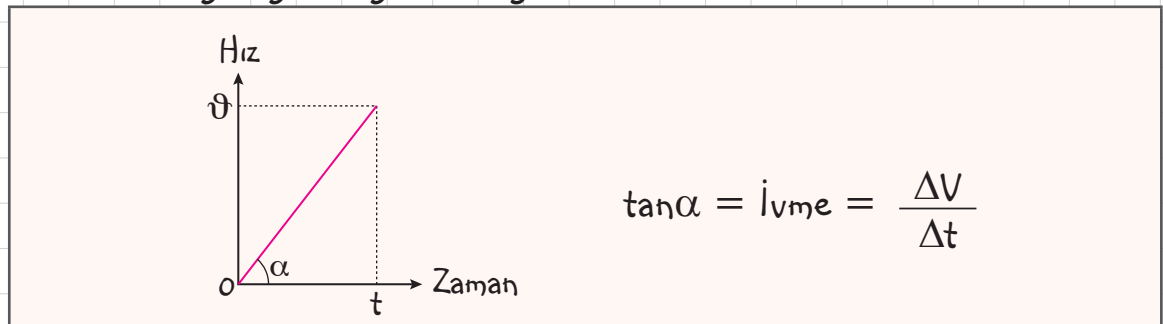
- 1 Konum - zaman grafiklerine çizilen teğetlerin eğimi düzgün hızlanan, eğimi düzgün yavaşlayan harekete ait grafiklerdir.



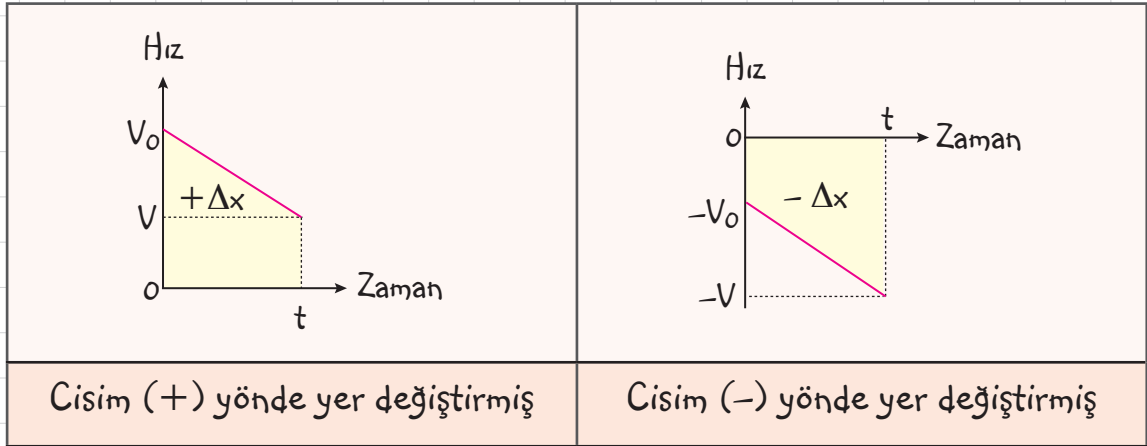
- 2 Cisimler (+) yönde hareket ediyorsa hız - zaman grafiği bölgede, cisimler (-) yönde hareket ediyorsa hız - zaman grafiği bölgede olur. Hız - zaman grafiğine bakıp cismin hangi yönde gittiğini anlayabiliriz. Cisimler hızlanan hareket yapıyorsa hız - zaman grafiği zaman ekseninden Yavaşlayan hareket yapıyorsa hız - zaman grafikleri zaman eksenine yaklaşır.



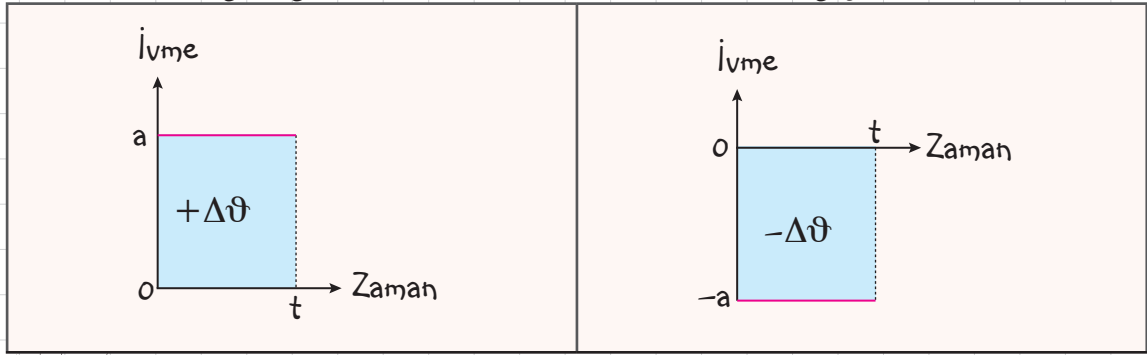
- 3 Hız - zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.



4 Hız - zaman grafiğinin altında kalan alan verir. Alan (+) ise cisim (+) yönde yer değiştirmiş, alan (-) ise cisim (-) yönde yer değiştirmiş demektir.



5 İvme - zaman grafiğinin altındaki alan, değişimi verir.



Bir cisim hızlanan hareket yapıyorsa hız vektörü ve ivme vektörü yönlüdür.
 Bir cisim yavaşlayan hareket yapıyorsa hız vektörü ile ivme vektörü yönlüdür.

Ortalama Hız

Hareketli bir cisim, hareketi boyunca bazen hızlanıp bazen yavaşlayabilir. Cismin hareketi süresince yaptığı yer değiştirmeye **ortalama hız** denir.

$$\vec{V}_{\text{ortr}} = \frac{\vec{\Delta x}}{\Delta t}$$

\vec{V}_{ortr} : Ortalama hız (m/sn)

$\vec{\Delta x}$: Hareket süresince yapılan toplam yer değiştirme (m)

Δt = Hareket süresi (sn)

Anlık Hız

Hızı değişen bir hareketlinin herhangi bir anda sahip olduğu hızdır.

1.4.2. BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET DENKLEMLERİ

1 Düzgün Hızlanan Hareket Denklemleri

İlk Hızı 0 Olan Düzgün Hızlanan Hareket Denklemleri

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \text{ (konum denklemi)}$$

$$\Rightarrow \vec{V} = a \cdot t \text{ (zamana bağlı hız denklemi)}$$

$$\Rightarrow V^2 = 2ax \text{ (zamandan bağımsız hız denklemi)}$$

İlk Hızı V_0 Olan Düzgün Hızlanan Hareket Denklemleri

$$\Rightarrow x = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$\Rightarrow V = V_0 + a \cdot t$$

$$\Rightarrow V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot x$$

2 Düzgün Yavaşlayan Hareket Denklemleri

Düzgün yavaşlayan hareket yapan bir cismin mutlaka bir ilk hızı vardır.

$$\text{I. Konum Denklemi: } x = V_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$\text{II. Konum Denklemi: } V = V_0 - a \cdot t$$

$$\text{III. Zamandan Bağımsız Hız Denklemi: } V^2 = V_0^2 - 2 \cdot a \cdot x$$

x: Herhangi bir andaki konum

a: İvme

V_0 : Hareketlinin ilk hızı

V: Hareketlinin t anındaki hızı

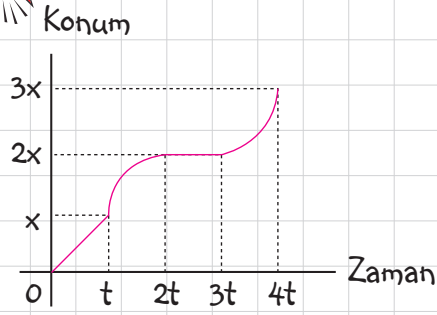
t: Zaman



Bütün denklemler elde edilir.

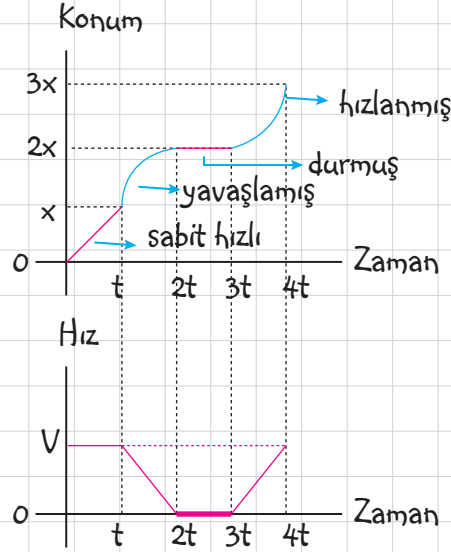


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

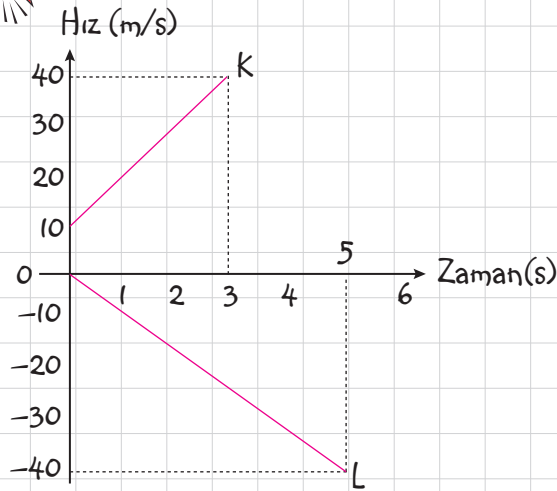


Konum – zaman grafiği şekildeki gibi olan bir hareketlinin hız – zaman grafiğini çiziniz.

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



K ve L araçlarına ait hız – zaman grafiği şekildeki gibidir.

K aracının ivmesinin büyüklüğü a_K , L aracının ivmesinin büyüklüğü a_L ise $\frac{a_K}{a_L}$ oranı nedir?

Çözüm:

Hız – zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.

$$\vec{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \text{ ile bulunur.}$$

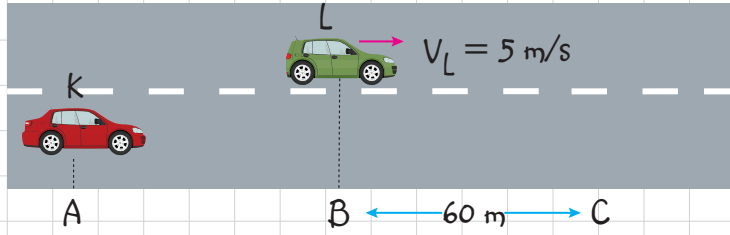
$$a_K = \frac{40 - 10}{3 - 0} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$a_L = \frac{-40 - 0}{5 - 0} = -8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{İvmelerin büyüklükleri oranı; } \frac{a_K}{a_L} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4} \text{ Sonuç: } \frac{5}{4} \text{ olur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

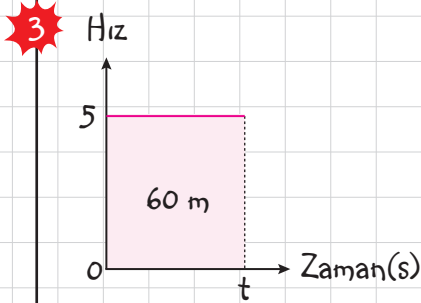


Şekildeki düzgün yolda 5 m/sn sabit hızla gitmekte olan L aracı B noktasından geçtiği anda, A noktasında durmakta olan K aracı $a_K = 3 \text{ m/sn}^2$ lik ivme ile hızlanmaya başlıyor.

İki araç C noktasında yan yana olduklarına göre, başlangıçta araçlar arasındaki BC uzaklığı kaç m'dir?

Çözüm:

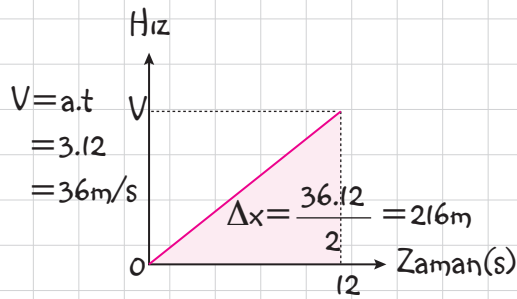
L aracı için hız - zaman grafiği çizelim.



Hız - zaman grafiğinin altındaki alan yer değiştirmeyi verir. Yani grafiğin altındaki alan 60 m olmalıdır. Bunu sağlayan zaman değerini bulalım.

$$\text{Alan} = 5 \cdot t = 60 \Rightarrow t = 12 \text{ sn}$$

Şimdi K aracı için hız - zaman grafiği çizelim.



Hız - zaman grafiğinin altındaki alan, yer değiştirmeyi yani K aracının aldığı yolu verir.

$$AC = \frac{36 \cdot 12}{2} = 216 \text{ m}$$

$$|AB| = |AC| - |BC| \text{ ile bulunur.}$$

$$|AB| = 216 - 60 = 156 \text{ m bulunur.}$$

Sonuç: 156 m'dir.

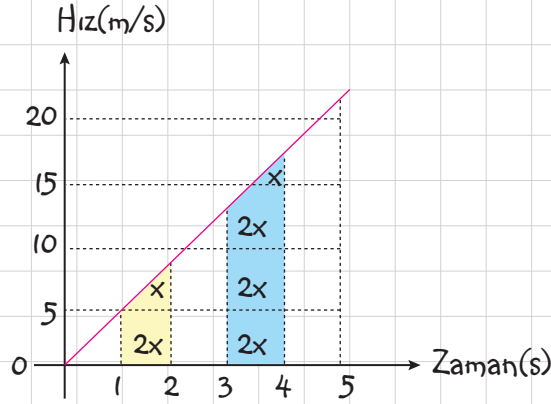


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Duruştan harekete başlayarak 5 m/sn^2 ivme ile hızlanan hareketlinin 2. saniye içinde aldığı yol x_1 , 4. saniye içinde aldığı yol ise x_2 'dir. Buna göre $\frac{x_1}{x_2}$ oranı nedir?

Çözüm:

4



Hareketlinin hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.

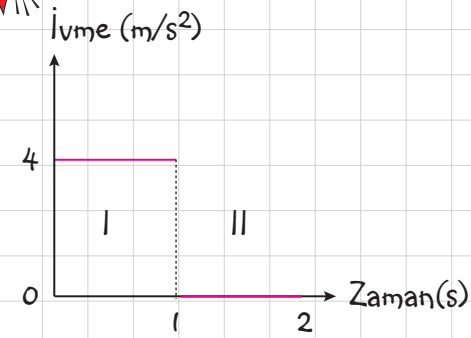
Hareketlinin 2. saniyede aldığı yol 1. saniyenin bitimi ile 2. saniyenin başlangıcı arasındaki alandır.

Hareketlinin 4. saniyede aldığı yol 3. saniyenin bitimi ile 4. saniyenin başlangıcı arasındadır.

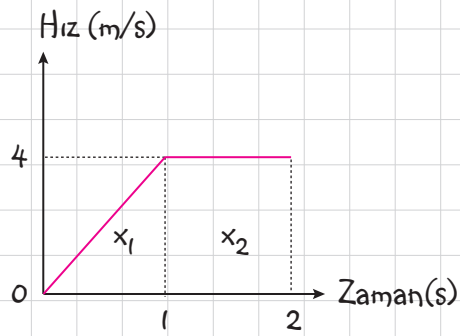
Sonuç: $\frac{x_1}{x_2} = \frac{3x}{7x} = \frac{3}{7}$ olur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



5



Duruştan harekete başlayan bir cismin ivme - zaman grafiği şekildeki gibidir. Bu hareketlinin,

a) Hız - zaman grafiğini çiziniz.

b) 2s sonundaki yer değiştirmesini bulunuz.

Çözüm:

İvme - zaman grafiğinin altındaki alan hızdaki değişimi verir. Cisim duruştan harekete başladığı için hareketlinin I. aralıkta hız değişimi,

$$\text{Alan} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ m/sn'dir.}$$

II. aralıkta ivme 0 olduğu için II. aralıkta cisim sabit hızlı hareket yapar.

Hız - zaman grafiğinin altındaki alan, yer değiştirmeyi verir.

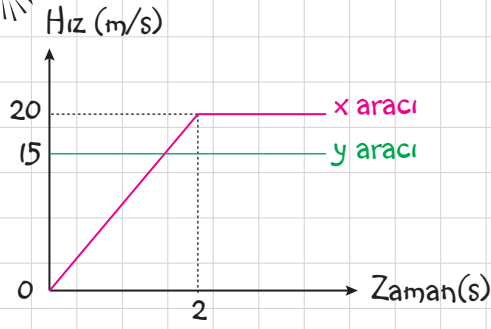
$$x = x_1 + x_2$$

$$x = \frac{4 \cdot 1}{2} + 4 \cdot 1 = 6 \text{ m}$$

Sonuç: 6 m'dir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



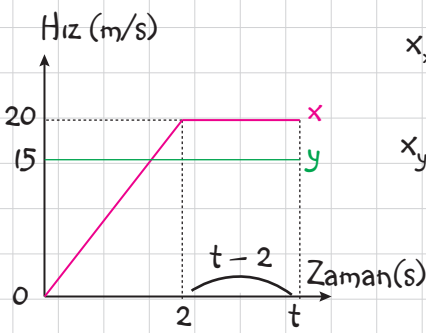
Başlangıçta yan yana olan x ve y araçlarına ait hız - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre kaç sn sonra araçlar tekrar yan yana gelirler?

6

Çözüm:

Araçlar yan yana geldiklerinde aldıkları yollar eşit olmalıdır.



$$x_x = \frac{20 \cdot 2}{2} + 20 \cdot (t - 2)$$

$$x_y = 15 \cdot t$$

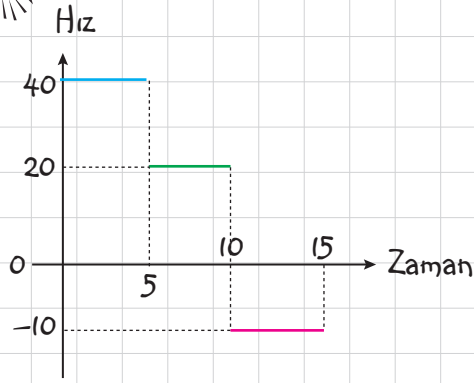
$$5t = 20$$

$$20 + 20t - 40 = 15t$$

$$\text{Sonuç: } t = 4 \text{ sn}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Hız - zaman grafiği şekildeki gibi olan bir hareketlinin,

a) Hareketi boyunca ortalama hızı nedir?

b) Hareket süresince ortalama sürati nedir?

7

Çözüm:

a) Ortalama hız;

$$V_{\text{ort}} = \frac{\text{Toplam yer değiştirme}}{\text{Geçen zaman}} \text{ ile bulunur.}$$

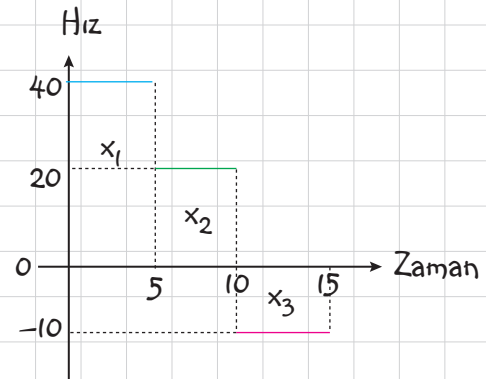
$$x_1 = 40 \cdot 5 = +200 \text{ m}$$

$$x_2 = 20 \cdot 5 = +100 \text{ m}$$

$$x_3 = -10 \cdot 5 = -50 \text{ m}$$

$$\text{Toplam yer değiştirme} = +200 + 100 - 50 = 250$$

$$V_{\text{ort}} = \frac{250}{15} = \frac{50}{3} \text{ m/sn} \text{ Sonuç: } \frac{50}{3} \text{ m/sn olur.}$$





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Çözüm:

b) Ortalama sürat = $\frac{\text{Alınan yol}}{\text{Geçen zaman}}$ ile bulunur.

7 Ortalama sürat = $\frac{200 + 100 + 50}{15} = \frac{350}{15} = \frac{70}{3}$ m/sn

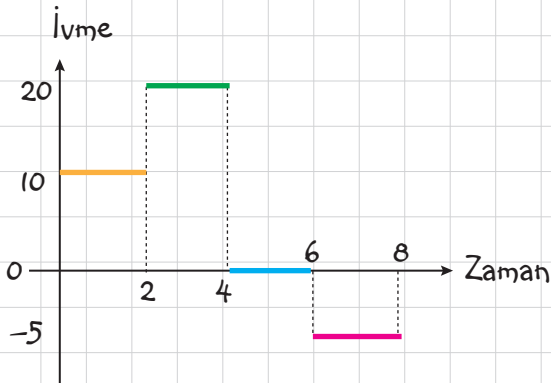
Sonuç: $\frac{70}{3}$ m/sn olur.

SIRA SİZDE

10 Hızı 36 m/sn olan bir hareketli 3 m/sn² lik ivme ile yavaşlayıp duruyor. Hareketlinin durana kadar aldığı yol kaç m'dir?

Çözüm:

SIRA SİZDE



11 t = 0 anındaki hızı 8 m/sn olan hareketlinin ivme - zaman grafiği şekilde gibidir. Buna göre aracın hız - zaman grafiğini çiziniz.

Çözüm:

SIRA SİZDE

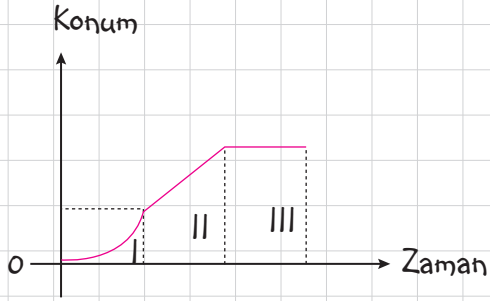
Başlangıçta durmakta olan K ve L araçları birbirlerine zıt yönde sabit ivme ile hızlanıyorlar.

12 K aracının ivmesi 8 m/sn², L aracının 3 m/sn² olduğuna göre 12 sn sonunda araçlar arasındaki uzaklık kaç m'dir?

Çözüm:

TEST 4

1.



$t = 0$ anında durmakta olan bir araca ait konum - zaman grafiği şekildeki gibidir.

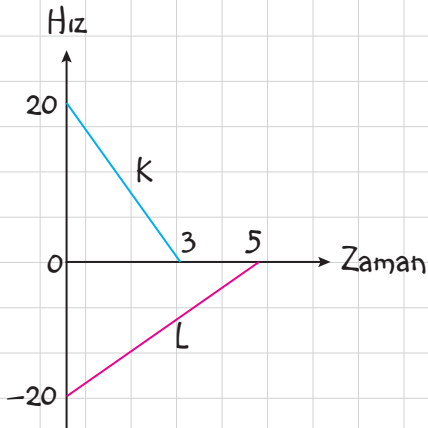
Buna göre,

- I. I. aralıkta hareketli düzgün hızlanmıştır.
- II. II. aralıkta hareketli düzgün yavaşlamıştır.
- III. III. aralıkta cismin hızı en büyük değerine ulaşmıştır.

yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II
E) I, II ve III

2.

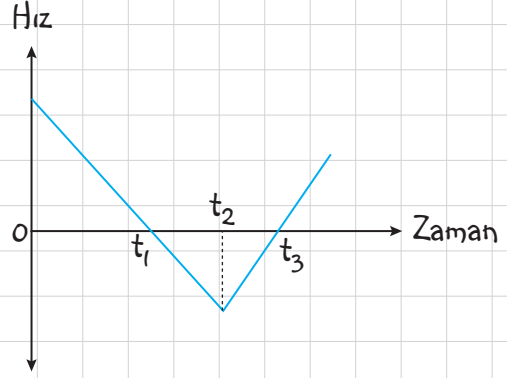


Şekilde K ve L araçlarına ait hız - zaman grafikleri verilmiştir.

K aracının ivmesinin büyüklüğü a_K , L aracının ivmesinin büyüklüğü a_L ise $\frac{a_K}{a_L}$ oranı nedir?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{4}{3}$ C) $\frac{2}{5}$ D) $\frac{5}{3}$ E) $\frac{1}{5}$

3.



Hız - zaman grafiği şekildeki gibi olan hareketli cisim hangi zaman aralıklarında yön değiştirmiştir?

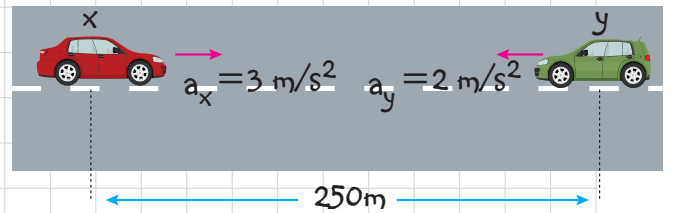
- A) t_1 B) t_1, t_3
C) t_2, t_3 D) t_1, t_2, t_3
E) t_2

4.

İlk hızı 5 m/sn olan Alper, 10 s sabit hızla koştuğundan sonra 3 sn 'de hızını 15 m/sn 'ye çıkarıyor. Alper 13 sn boyunca kaç m yol almıştır?

- A) 20 B) 40 C) 50 D) 70 E) 80

5.



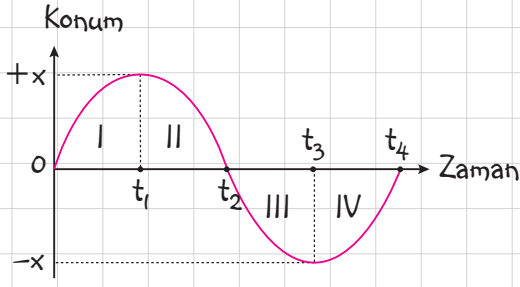
$t = 0$ anında durmakta olan x ve y araçları sırasıyla 3 m/sn^2 ve 2 m/sn^2 lik ivmeler ile birbirlerine doğru harekete başlıyorlar.

Başlangıçta araçlar arası mesafe 250 m olduğuna göre karşılaştıklarında x aracı kaç m yol almıştır?

- A) 50 B) 100 C) 150 D) 200 E) 225

TEST 4

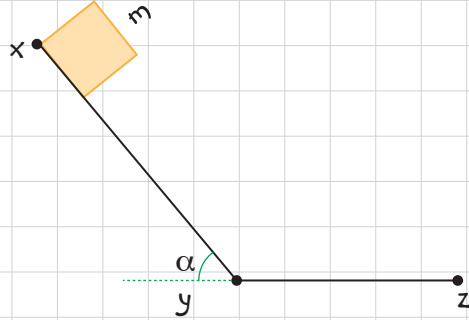
6.



Konum - zaman grafiği şekildeki gibi olan araç için hangi zaman aralıklarında hız vektörü ile ivme vektörü zıt yönlüdür?

- A) Yalnız I B) Yalnız IV
C) I ve III D) I, II ve III
E) I, II, III ve IV

7.

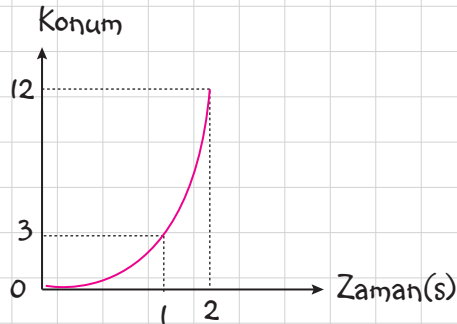


Şekildeki eğik düzlemin x noktasından serbest bırakılan cisim, xy ve yz yollarını eşit sürelerde alıyor.

Sistemde **sürtünme olmadığına göre** xy uzunluğunun, yz uzunluğuna oranı $\frac{|xy|}{|yz|}$ nedir?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) 2 D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

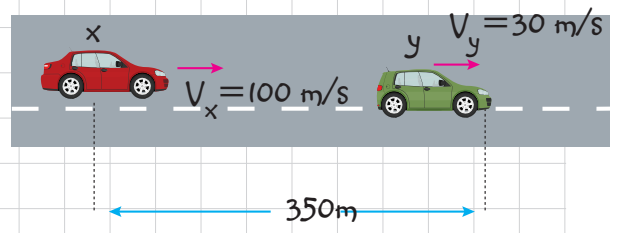
8.



Konum - zaman grafiği şekildeki gibi olan hareketlinin 2. saniyedeki hızı kaç m/sn'dir?

- A) 9 B) 10 C) 12 D) 13 E) 14

9.

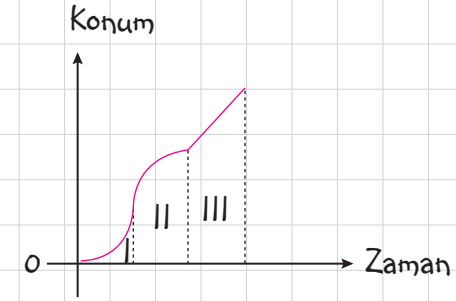


Doğrusal bir yolda $V_x = 100$ m/sn ve $V_y = 30$ m/sn hızlarla ilerlemekte olan x ve y araçları, $t = 0$ anında şekildeki konumdan geçtikleri anda x aracı frene basıyor.

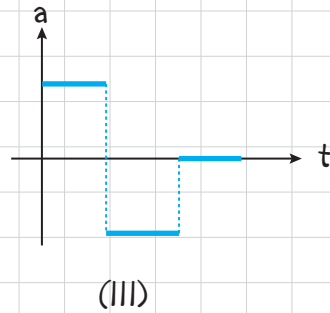
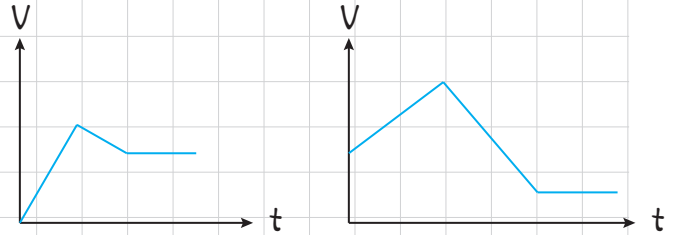
Buna göre, x aracının y aracına çarpmaması için yavaşlama ivmesi en az kaç m/sn^2 olmalıdır?

- A) 6 B) 7 C) 9 D) 11 E) 12

10.



Bir hareketliye ait konum - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre grafiklerden hangileri bu hareketliye ait olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve III
E) I, II ve III

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



1.4.3. YERİN ÇEKİM ALANINDA TEK BOYUTLU HAREKETLER (ATIŞLAR)

Yer, cisimleri merkezine doğru çeker. Yerin çekim alanı içindeki cisimlere etkiyen kuvvete denir.

Bir cismin ağırlığı G ile gösterilir. Birimi N 'dur.

Cisimlerin ağırlığı;

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g} \text{ ile bulunur.}$$

G : Cismin ağırlığı (N)
 m : Cismin kütlesi
 \vec{g} : Yer çekimi ivmesi (m/sn^2)

Yer Çekimi İvmesi

Birim kütleye yer tarafından etki eden çekim kuvvetine denir. Yeryüzü yakınlarında yaklaşık olarak $\vec{g} = 9,8 m/sn^2$ 'dir. Ancak sorularda genelde $g = 10 m/sn^2$ alınır.



Hava sürtünmesinin ihmal edildiği, dünya yüzeyine yakın yerlerden bırakılan cisimler yere doğru ve ivmesi ile hareket ederler.

1.4.4. SERBEST DÜŞME HAREKETİ

$$V_0 = 0 \quad m$$

h

$$G = m \cdot a$$

$$m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{g} = \vec{a} \text{ bulunur.}$$

Yer yüzeyine yakın yerden olarak bırakılan cismin yaptığı harekete denir.

Hava sürtünmelerinin ihmal edildiği ortamlarda cisime etki eden tek kuvvet

Newton'un II. yasasına göre, $F_{net} = m \cdot a$ idi.

Serbest düşen cisim için;



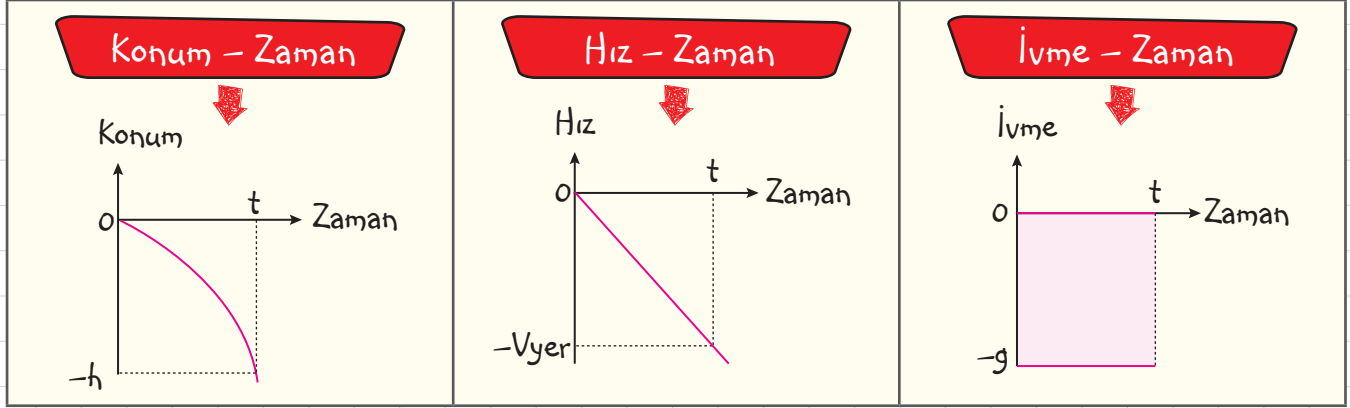
Serbest düşen cisimlerin ivmesi sabit ve \vec{g} (yer çekimi ivmesi) kadardır.



Havasız ortamda serbest düşme hareketi yapan cisimler, ilk hızı olmayan ve g ivmesi ile düzgün yaparlar.

Serbest Düşme Hareketinde Grafikler

Hava sürtünmesinin önemsiz olduğu ortamlarda serbest düşme hareketi yapan cisim için aşağı yön (-) seçilirse; konum - zaman, hız - zaman ve ivme - zaman grafikleri aşağıdaki gibi olur.



Serbest Düşme Hareketinde Formüller

✓ Serbest düşen cismin t sürede aldığı yol:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

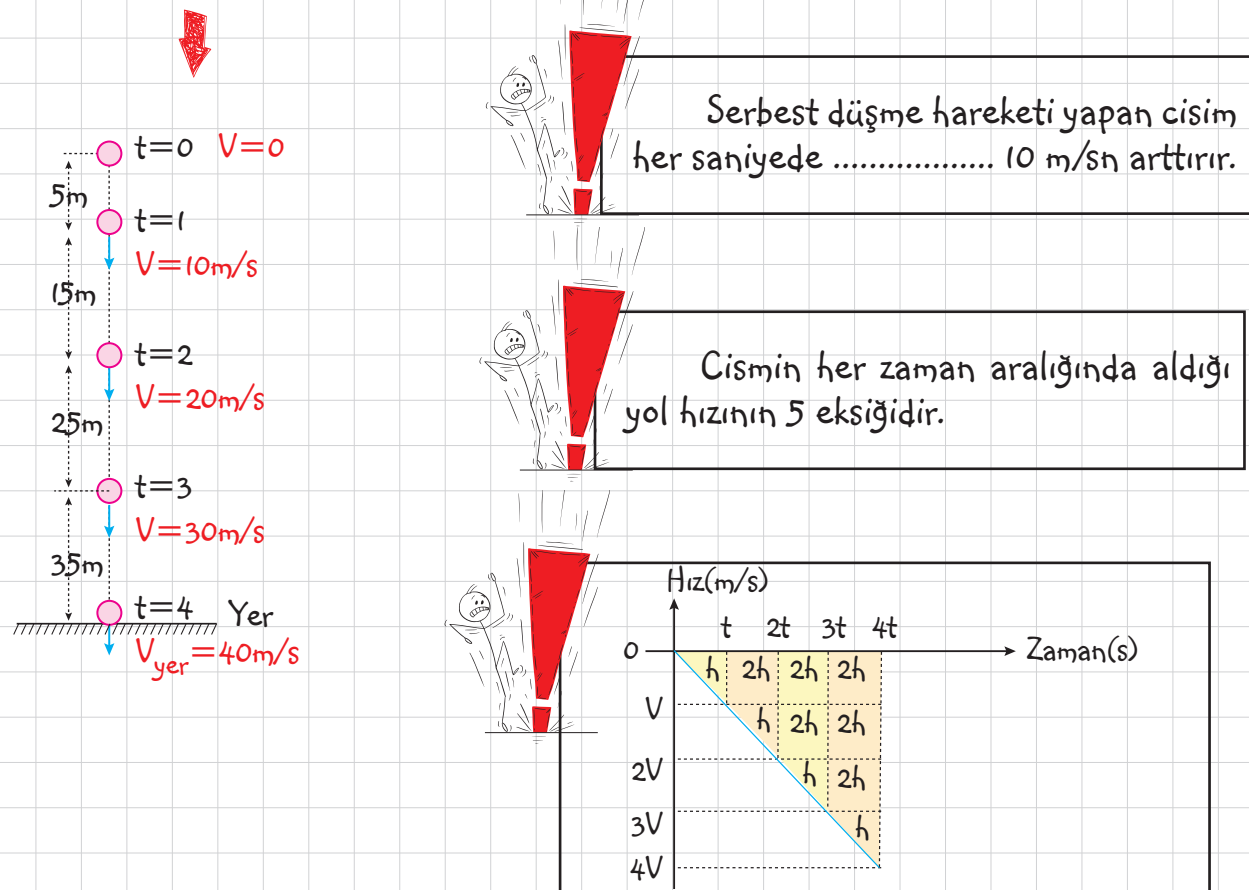
✓ Serbest düşen cismin t süre sonraki hızı:

$$V = g \cdot t$$

✓ Serbest düşen cismin zamansız hız formülü:

$$V^2 = 2gh$$

Aşağıda serbest düşme hareketi yapan cismin hızı ve aldığı yol gösterilmiştir.





GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir ortamda 45 m yükseklikten bırakılan cisim;

- a) Kaç saniyede yere düşer?
b) Yere çarpma hızı nedir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

a) $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$

b) $V = g \cdot t$

$45 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$

$V = 10 \cdot 3$

Sonuç: $t = 3 \text{ sn}$

Sonuç: $V = 30 \text{ m/sn}$

SIRA SİZDE

13 Serbest düşme hareketi yapan cisim, hareketinin son saniyesinde 35 m yol alıyor. Buna göre cisim kaç m yükseklikten serbest bırakılmıştır? ($g=10 \text{ m/sn}$, hava sürtünmeleri önemsizdir.)

Çözüm:

1.4.5. HAVANIN DİRENÇ KUVVETİ VE LİMİT HIZ

Hava, içinde hareket eden cisimlere hareket yönlerinin tersine bir uygular. Bu kuvvete denir.

Hava direnç kuvveti;

$F_D = kAV^2$ ile bulunur.

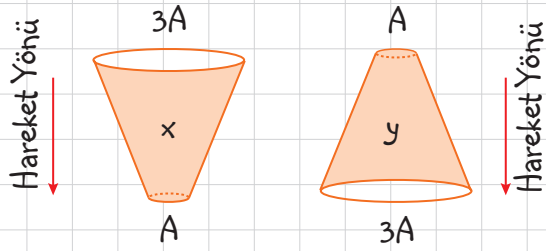
F_D : Havanın direnç kuvveti

k: Ortamın özkütlesine ve cismin şekline bağlı katsayıdır.

A: Cismin hareket yönüne dik en büyük kesit alanı.

V: Cismin hızı

✓ Hava ortamında hareket eden, en büyük kesit alanları aynı olan cisimlere etki eden direnç kuvveti



$$F_D = kAV^2$$

$$F_{D(x)} = F_{D(y)}$$

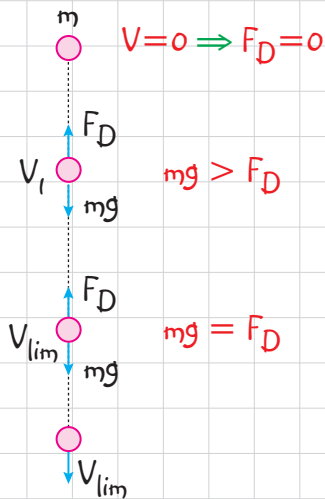
$F_{D(x)}$: x cisimine etki eden hava direnç kuvveti

$F_{D(y)}$: y cisimine etki eden hava direnç kuvveti

● Limit Hız

Hava ortamında hareket eden cisme etki eden direnç kuvveti, cismin hızı arttıkça

Net kuvvetin 0 olduğu anda cismin sahip olduğu hıza denir.



✓ Cismin ağırlığının, havanın direnç kuvvetine eşit olduğu anda cisme etki eden net kuvvet 0'dır.

✓ Cisim üzerine etki eden net kuvvet 0 olduğunda cisim sabit hızla hareketine devam eder.

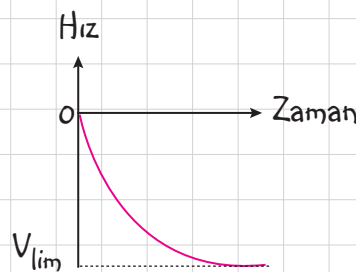
$$F_D = m \cdot g$$

$$kAV_{lim}^2 = m \cdot g$$

$$V_{lim} = \sqrt{\frac{mg}{kA}}$$

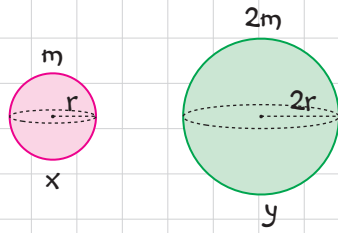
ile bulunur.

Yukarıdaki şekilde hareket eden cismin hız - zaman grafiği aşağıdaki gibidir.





GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Kütleleri sırasıyla m ve $2m$ olan x ve y kürelerinin yarıçapları sırasıyla r ve $2r$ 'dir.

Küreler aynı ortamda yeterince yüksekten serbest bırakıldıklarında kazandıkları limit hızları V_x ve V_y oranı $\frac{V_x}{V_y}$ nedir?



Çözüm:

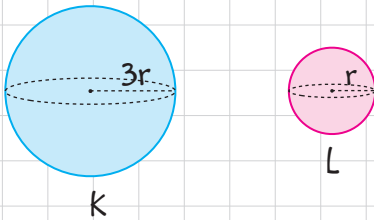
$V_{lim} = \sqrt{\frac{mg}{kA}}$ ile bulunur.

X küresinin en büyük kesit alanı $A_x = \pi r^2 = A$

Y küresinin en büyük kesit alanı $A_y = \pi (2r)^2 = 4\pi r^2 = 4A$ olur.

$$\frac{V_x = \sqrt{\frac{mg}{kA}}}{V_y = \sqrt{\frac{2m \cdot g}{k4A}}} = \sqrt{2}$$

SIRA SİZDE



Şekildeki aynı maddeden yapılmış K ve L küreleri yeterince yüksekten serbest bırakılıyor.

Kürelerin kazandıkları limit hızların

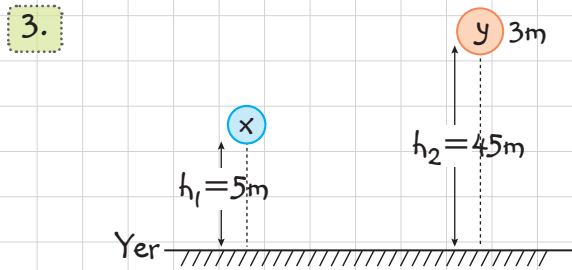
oranı $\frac{V_K}{V_L}$ nedir?

Çözüm:

TEST 5

1. Serbest düşmeye bırakılan bir cisim 5s'de yere düşüyor. Buna göre cisim kaç m yüksekten bırakılmıştır? (Sürtünmeler önemsizdir. $g = 10 \text{ m/sn}^2$)
- A) 45 B) 50 C) 75 D) 95 E) 125

2. Havasız ortamda serbest düşme hareketi yapan bir cisim için,
- Cisim, yer çekimi ivmesi ile hareket eder.
 - Cisim, yavaşlayan hareket yapar.
 - Cismin yere çarpma hızı, cismin kütesinden bağımsızdır.
- yargılardan hangileri doğrudur?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III



Şekildeki x ve y cisimleri havasız ortamda sırasıyla 5m ve 45m yükseklikten serbest bırakılıyor.

- x cisminin yere düşme süresi t_x , y cisminin yere düşme süresi t_y ise $\frac{t_x}{t_y}$ oranı nedir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)
- A) 1 B) 3 C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{1}{2}$ E) 2

4. Yerden 80 m yükseklikten serbest düşmeye bırakılan cismin yere çarpma hızı kaç m/sn 'dir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)
- A) 40 B) 45 C) 50 D) 60 E) 70

5. Yerden 45 m yükseklikten serbest bırakılan cisim, hareketinin son saniyesinde kaç m yol alır? (Sürtünmeler önemsizdir. $g = 10 \text{ m/sn}^2$)
- A) 5 B) 15 C) 25 D) 35 E) 45

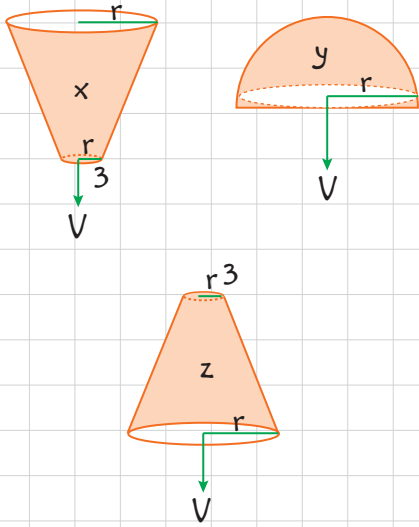
6. Yerden 125 m yükseklikten serbest bırakılan cisim, atıldıktan 2 saniye sonra yerden kaç m yükseklikte olur? (Hava sürtünmesi önemsizdir. $g = 10 \text{ m/sn}^2$)
- A) 100 B) 105 C) 115 D) 120 E) 125

TEST 5

7. Kütleleri sırasıyla 3m, 2m, m olan x, y, z cisimleri yerden sırasıyla 2h, 3h ve 6h yükseklikten serbest düşmeye bırakılıyor. Buna göre cisimlerin yere çarpma hızları V_x, V_y, V_z arasındaki ilişki nasıldır? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$) (Hava sürtünmeleri önemsizdir.)

- A) $V_x = V_y = V_z$
 B) $V_x > V_y = V_z$
 C) $V_x > V_y > V_z$
 D) $V_z > V_y > V_x$
 E) $V_x = V_y > V_z$

8.



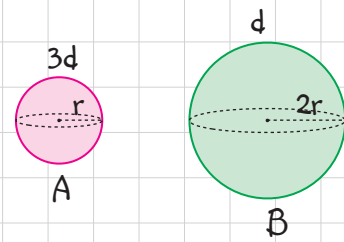
Şekildeki x ve z kesik konileri ile içi boş y yarım küresi yeterince yüksekten hava ortamında serbest bırakılıyor. Cisimlerin hızları aynı olduğu anda cisimlere etki eden hava direnç kuvvetleri sırasıyla F_x, F_y ve F_z 'dir. Buna göre F_x, F_y ve F_z 'nin sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $F_x = F_y = F_z$
 B) $F_x = F_y > F_z$
 C) $F_x > F_y > F_z$
 D) $F_z > F_x > F_y$
 E) $F_y > F_x = F_z$

9. Yerden 180 m yükseklikten 4 tane cisim 1'er saniye ara ile serbest düşmeye bırakılıyor. 4. cisim atıldığı anda 1. cismin yerden yüksekliği kaç m'dir? (Sürtünmeler önemsizdir. $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) 100 B) 105 C) 125 D) 135 E) 140

10.



Yarıçapları r ve 2r olan A ve B kürelerinden A küresinin özkütlesi 3d, B küresinin özkütlesi d'dir. Küreler yeterince yüksekten hava ortamında serbest bırakıldıklarında kazandıkları limit hızları V_A ve V_B 'dir.

Buna göre $\frac{V_A}{V_B}$ oranı nedir?

- A) 1 B) 2 C) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ D) $\sqrt{\frac{2}{3}}$ E) $\frac{1}{3}$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



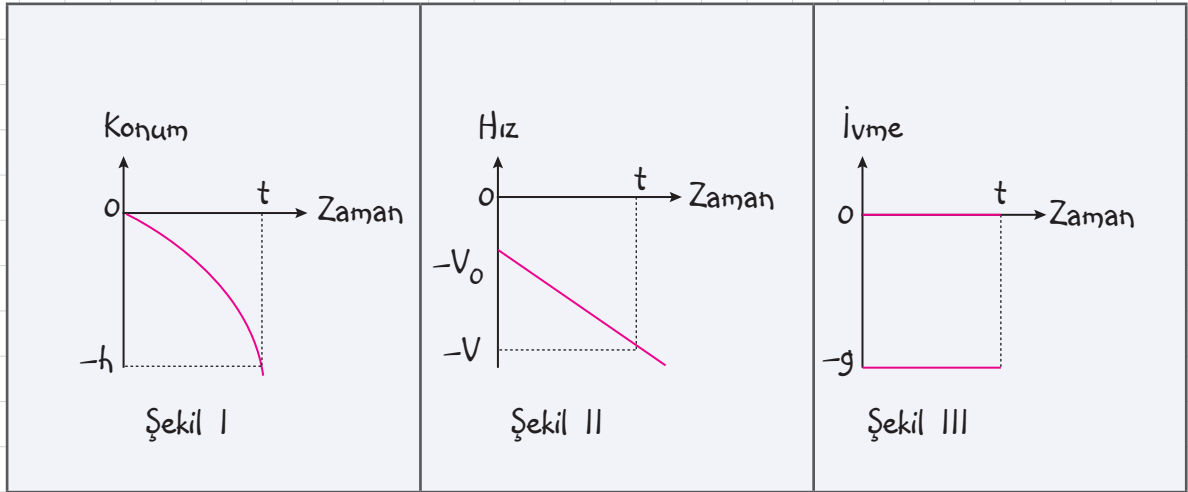
1.4.6. SABİT İVMELİ İLK HIZI OLAN DÜŞEY DOĞRULTUDAKİ HAREKET

Bir cisim, düşey doğrultuda bir ilk hızla atılırsa g ile hareket yapar.

1 Yukarıdan Aşağıya Düşey Atış Hareketi

Sürtünmesiz bir ortamda belli bir h yükseklikten V_0 hızı ile atılan cisimlerin g yer çekimi ivmesi ile yaptığı yukarıdan aşağıya düşey atış hareketi denir. Cisim, aşağı yönde ilk hızı olan hareket yapar.

Yukarıdan Aşağıya Atış Hareketinin Grafikleri:



Aşağı yön (-) seçildiğinde yukarıdan aşağıya atış hareketi yapan cismin konum-zaman, hız - zaman ve ivme - zaman grafikleri yukarıdaki gibidir.

Yukarıdan Aşağıya Düşey Atış Hareketinin Formülleri:

Yukarıdan aşağıya düşey atış yapan cismin hareket formülleri; ilk hızla, doğrusal hareket yapan cismin hareket formülleri ile aynıdır. Ancak buradaki ivme, (g)'dir.

Cismin t anındaki hızı



$$V = V_0 + gt$$

Cismin zamandan bağımsız hız denklemi



$$V^2 = V_0^2 + 2gh$$

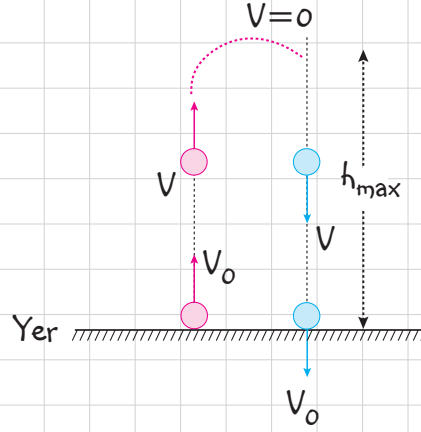
Cismin t sürede aldığı yol



$$h = V_0 t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

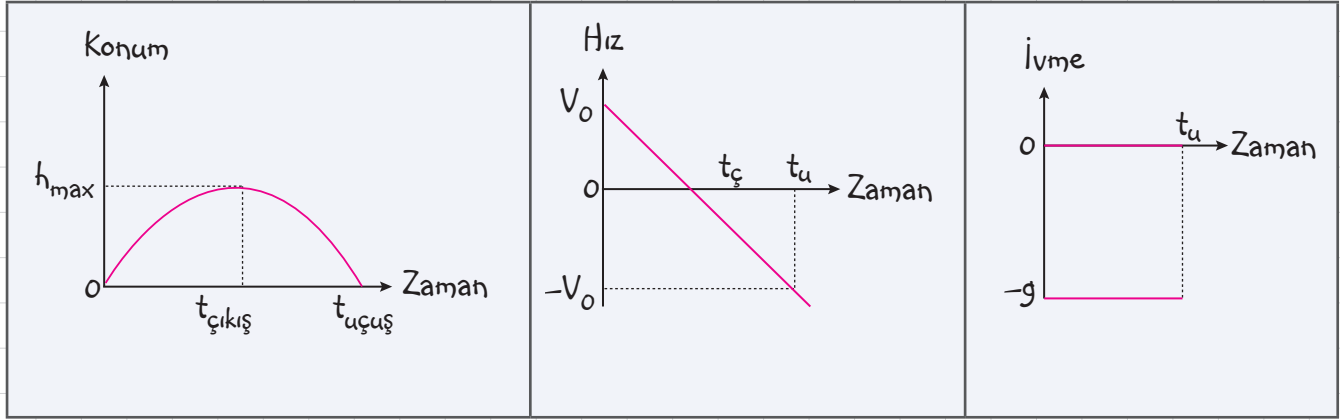
2 Aşağıdan Yukarıya Düşey Atış Hareketi

Sürtünmesiz bir ortamda yerden V_0 hızı ile yukarı düşey doğrultuda atılan cismin yaptığı harekete "aşağıdan yukarıya düşey atış hareketi" denir. Cisim yukarı yönde ivmesi ile düzgün, maksimum yükseklikte hızı sıfır olduktan sonra g ivmesi ile hareketi yapar.



Aşağıdan Yukarıya Düşey Atış Hareketinin Grafikleri:

Yukarı yön (+), aşağı yön (-) seçilirse aşağıdan yukarıya atış hareketi yapan cismin grafikleri aşağıdaki gibidir.



ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



● Aşağıdan Yukarıya Düşey Atış Hareketinde Formüller:

Aşağıdan yukarıya atış hareketi yapan cisim, yukarı çıkarken hareket yapar. Bu yüzden cisim yukarı çıkarken düzgün yavaşlayan doğrusal hareket formülleri kullanılır.

Cisim yukarı çıkıp hızı sıfır olduktan sonra serbest düşme hareketi yapar. Bu yüzden cisim aşağı inerken hareketinin formülleri kullanılır.

✓ Cisim yukarı çıkarken kullanılacak formüller;

Cisim t sürede aldığı yol



$$h = V_0 t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Cisim t anındaki hızı



$$V = V_0 - gt$$

Cisim zamandan bağımsız hız denklemi



$$V^2 = V_0^2 - 2gh$$

✓ Cisim aşağıya inerken kullanılacak formüller;

Cisim t sürede aldığı yol



$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Cisim t anındaki hızı



$$V = g \cdot t$$

Zamansız hız formülü



$$V^2 = 2gh$$

➡ Cisim çıkabileceği maksimum yükseklik;

$$h_{\max} = \frac{V_0^2}{g}$$

➡ Cisim çıkış süresi;

$$t_{\text{çıkış}} = \frac{V_0}{2g}$$

➡ Hareketin süresi;

$$t_{\text{uçuş}} = 2t_{\text{çıkış}} = \frac{2V_0}{g}$$

- ✓✓ Hareket süresince ağırlık ile ivmenin yönü doğrudur.
- ✓✓ Cisim hangi hızla atılmışsa hızla yere çarpar.
- ✓✓ Cisim en üst noktaya çıktığında hızı sıfırdır. İvmesi $g =$ yer çekimi ivmesidir.
- ✓✓ Çıkış süresi iniş süresine
- ✓✓ Cisim yukarı çıkarken ve aşağı inerken aynı noktadan hız büyüklüğü ile geçer.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

Hava direncinin olmadığı bir ortamda yerden h kadar yükseklikten bir cisim 10 m/sn hızla yere doğru atılıyor.

Cisim 5 sn'de yere düştüğüne göre cismin atıldığı h yüksekliği kaç m'dir?
($g = 10$ m/sn²)

Çözüm:

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$h = 10 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5^2$$

Sonuç: $h = 175$ m

SIRA SİZDE

Yerden 105 m yükseklikten 20 m/sn hızla aşağı yönde düşey atılan cisim yere kaç sn'de düşer? ($g = 10$ m/sn², sürtünmeler önemsizdir.)

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Aşağıdan yukarıya düşey yukarı doğru 30 m/sn hızla atılan bir cismin;

- a) Çıkabileceği maksimum yükseklik kaç m'dir?
- b) Uçuş süresi kaç sn'dir? (Hava sürtünmeleri önemsiz, $g = 10$ m/sn²)

Çözüm:

$$a) h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$h_{\max} = \frac{30^2}{2 \cdot 10}$$

$$h_{\max} = 45 \text{ m}$$

$$b) t_{\text{uçuş}} = \frac{2v_0}{g}$$

$$t_{\text{uçuş}} = \frac{2 \cdot 30}{10}$$

$$t_{\text{uçuş}} = 6 \text{ sn}$$



GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Yerden h kadar yükseklikten V_0 hızı ile düşey yukarı atılan bir cisim 8s sonra yere 50 m/sn hızla düşüyor.

Buna göre cismin atıldığı noktanın yerden yüksekliği kaç m'dir?

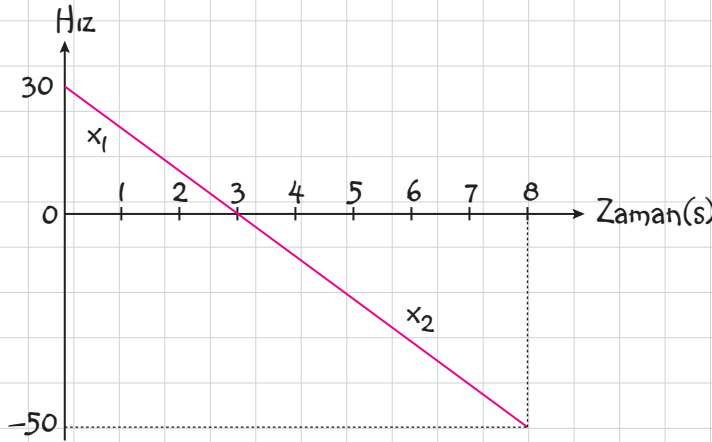
(Hava sürtünmeleri önemsiz, $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

Cisim yere 50 m/sn hızla çarparsa maksimum yükseklikten 5 sn'de düşmüş demektir.

Hareket süresi 8s olduğuna göre, cisim 3 sn'de maksimum yüksekliğe çıkmalıdır.

Cismin hız - zaman grafiği aşağıdaki gibi olur.



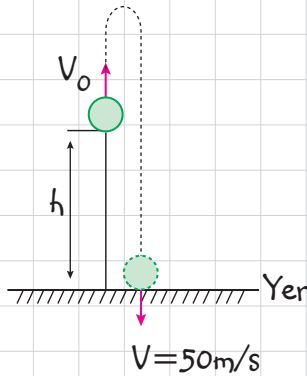
Cismin atıldığı noktanın yerden yüksekliği $h = x_2 - x_1$ ile bulunur.

$$x_1 = \frac{30 \cdot 3}{2} = 45 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{5 \cdot 50}{2} = 125 \text{ m}$$

$$h = x_2 - x_1 = 125 - 45 = 80 \text{ m}$$

II. Çözüm:



Bu tür sorularda;

$$-h = V_0 t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$-V = V_0 - g \cdot t \quad \text{formüllerinden faydalanabiliriz.}$$

$$-50 = V_0 - 10 \cdot 8$$

$$V_0 = 30 \text{ m/sn bulunur.}$$

$$-h = V_0 t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

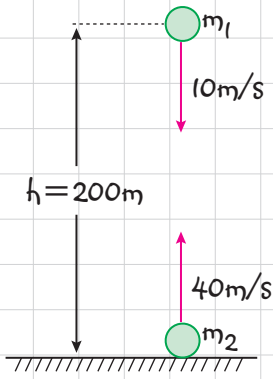
$$-h = 30 \cdot 8 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 8^2$$

$$-h = -80 \text{ m}$$

$$h = 80 \text{ m bulunur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



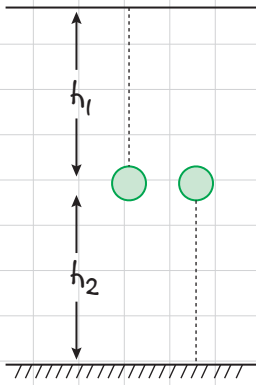
Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir yerde m_1 kütleli cisim 10 m/sn hızla aşağı doğru düşey atılırken, m_2 kütleli cisim 40 m/sn hızla düşey yukarı doğru atılıyor.

Cisimlerin atıldıkları noktalar arası uzaklık 200 m olduğuna göre, cisimler atıldıktan kaç sn sonra karşılaşırlar? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

4

Çözüm:

İki cisim t sürede karşılaşırlar. t sürede m_1 kütleli cismin aldığı yol h_1 , m_2 kütleli cismin aldığı yol h_2 'dir.



$$h_1 = v_{01}t + \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

$$+ h_2 = v_{02}t - \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

$$h_1 + h_2 = v_{01}t + v_{02}t$$

$$200 = 10t + 40t$$

$$200 = 50t$$

$$t = 4 \text{ sn. Cisimler } 4 \text{ sn sonra karşılaşırlar.}$$

SIRA SİZDE

16

Yerden 40 m/sn hızla düşey yukarı doğru atılan bir cismin 6 s sonra yerden yüksekliği kaç m'dir? (Hava sürtünmeleri önemsiz, $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



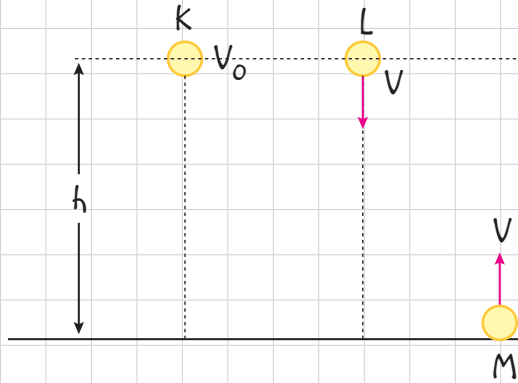
TEST 6

1. Yerden 45 m yükseklikten bir x cismi serbest bırakıldığı anda, yerden 40 m/sn hızla bir y cismi yukarıya düşey olarak fırlatılıyor.

x cisminin yere varma süresi t_x , y cisminin yere varma süresi t_y olduğuna göre $\frac{t_x}{t_y}$ oranı kaçtır? (Sürtünmeler önemsiz ve $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{8}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{3}{8}$ E) 1

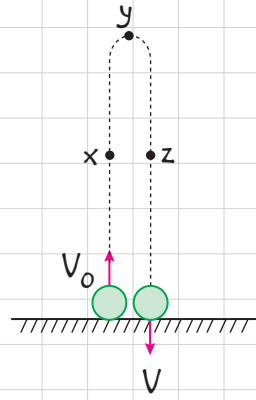
2.



Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir ortamda aynı yükseklikteki K cismi serbest bırakılıyor, L cismi V hızı ile düşey aşağı atılıyor, M cismi ise V hızı ile düşey yukarı atılıyor. Cisimlerin yere düşme hızları V_K , V_L , V_M olduğuna göre V_K , V_L ve V_M arasındaki ilişki nedir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$ M cismi en fazla h kadar yükselebiliyor.)

- A) $V_K = V_L = V_M$
 B) $V_K = V_L > V_M$
 C) $V_K = V_M > V_L$
 D) $V_L > V_K = V_M$
 E) $V_K > V_L > V_M$

3.



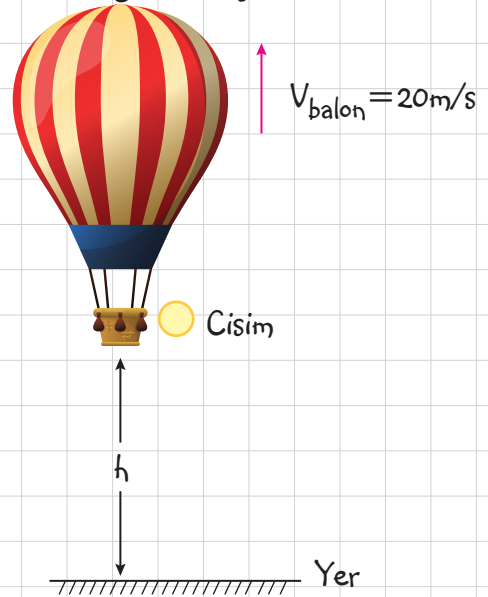
Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir yerde, V_0 hızı ile aşağıdan yukarıya düşey atılan cisim ile ilgili olarak;

- I. Yere çarpma hızı V 'nin büyüklüğü, V_0 hızının büyüklüğüne eşittir.
 - II. X noktasındaki hızının büyüklüğü, Z noktasındaki hızının büyüklüğüne eşittir.
 - III. Çıkış süresi, iniş süresine eşittir.
- hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve III E) I, II ve III

4.

Yukarı doğru sabit 20 m/sn hızla düşey yukarı yönde yükselmekte olan bir balondan serbest bırakılan bir cisim 6 sn 'de yere düşmektedir.

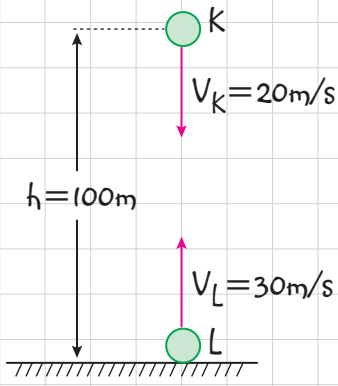


Hava sürtünmeleri önemsiz olduğuna göre, cisim bırakıldığı anda balonun yerden yüksekliği kaç m'dir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) 60 B) 65 C) 68 D) 70 E) 72

TEST 6

5.

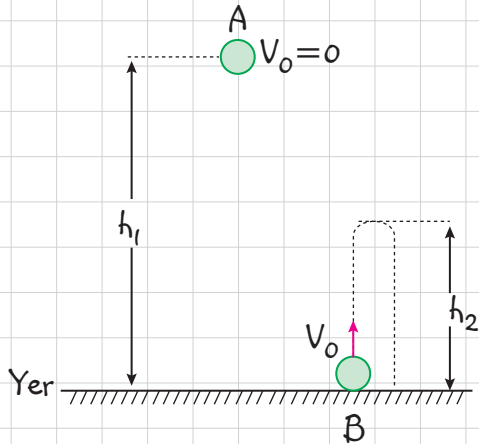


Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir ortamda K cismi düşey aşağı doğrultuda atıldığı anda, L cismi

30 m/sn hızla düşey doğrultuda yukarıya atılıyor. Cisimler karşılaştıkları anda K cisminin hızı V_K , L cisminin hızı V_L ise $\frac{V_K}{V_L}$ oranı nedir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) 4 D) 2 E) 1

6.

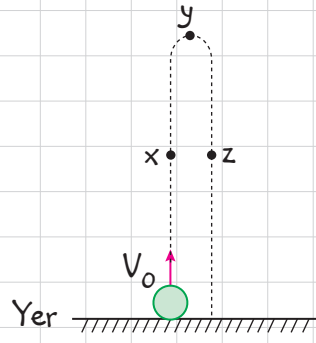


Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir ortamda h_1 yükseklikten A cismi serbest bırakıldığı anda, B cismi yukarı yönde düşey doğrultuda V_0 hızı ile atılıyor.

Cisimler aynı anda yere düştüklerine göre $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

7.



Yerden yukarı düşey doğrultuda V_0 hızı ile atılan cismin x noktasındaki ivmesi a_x , y noktasındaki ivmesi a_y , z noktasındaki ivmesi a_z 'dir.

Buna göre a_x , a_y ve a_z arasındaki ilişki nedir?

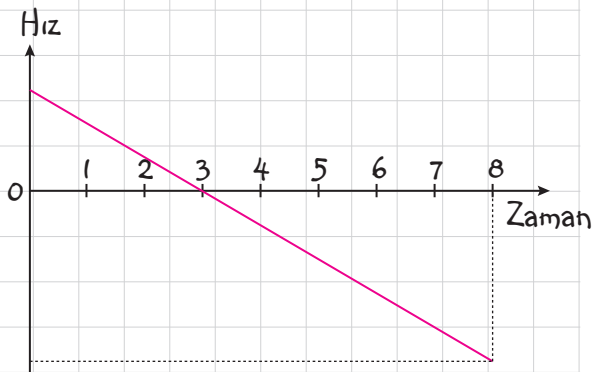
- A) $a_x = a_z > a_y$ B) $a_x > a_y > a_z$
C) $a_z > a_x = a_y$ D) $a_x = a_y = a_z$
E) $a_z > a_y > a_x$

8.

Düşey doğrultuda yukarı doğru 20 m/sn hızla yükselmekte olan bir balondan bir cisim balona göre 10 m/sn hızla yukarı yönde düşey olarak atılıyor. Cisim yere 50 m/sn hızla düştüğüne göre, cisim yere düştüğü anda balonun yerden yüksekliği kaç m olur? (Sürtünmeler önemsiz, $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) 240 B) 260 C) 280 D) 300 E) 320

9.



Havasız ortamda h yükseklikten düşey yukarı yönde atılan bir cismin hız - zaman grafiği şekildeki gibidir. Buna göre cismin yere çarpma hızı kaç m/sn'dir?

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.5. İKİ BOYUTTA HAREKET

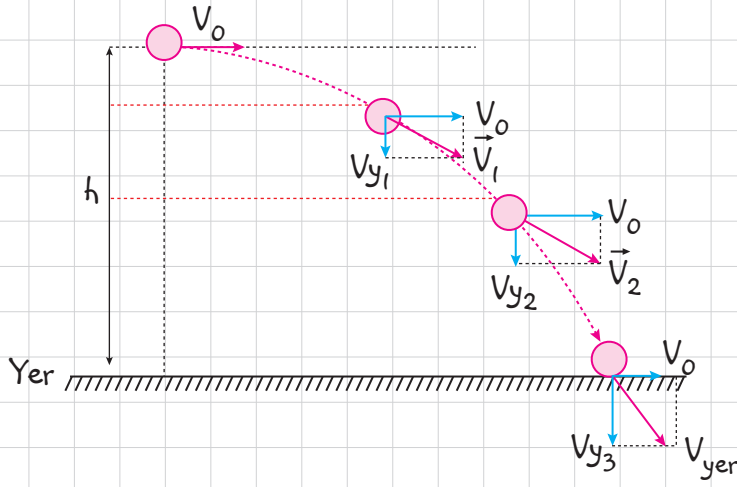
1.5.1. Yatay Atış Hareketi

1.5.2. Eğik Atış Hareketi

1.5. İKİ BOYUTTA HAREKET

Bir cisim, hareketi boyunca hem düşey doğrultuda hem de yatay doğrultuda yol alıyorsa "İki boyutta hareket yapıyordur." denir.

1.5.1. YATAY ATIŞ HAREKETİ



✓ Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir ortamda, yerden h kadar yükseklikte yatay V_0 hızı ile atılan cisim hareketi yapar.

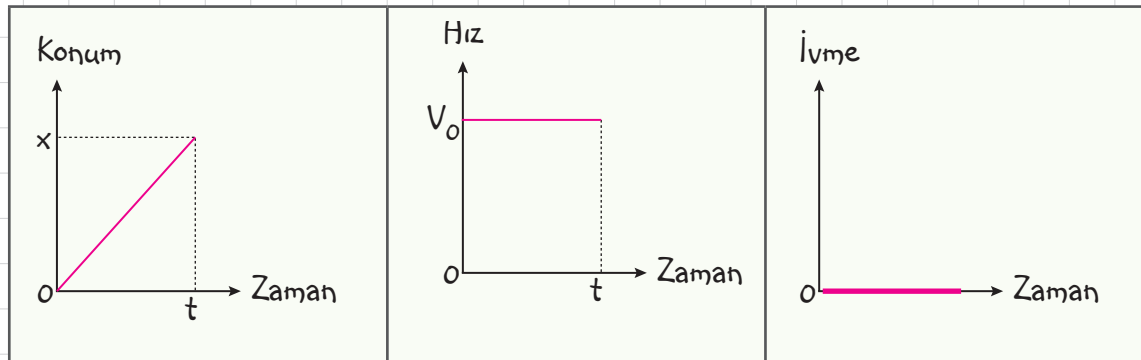
✓ Cisim hem yatay doğrultuda hem de doğrultuda hareket yapar.

✓ Cisim yatay doğrultuda hızlı hareket yaparken düşey doğrultuda serbest düşme hareketi yapar.

Yatay Atış Hareketinde Grafikler

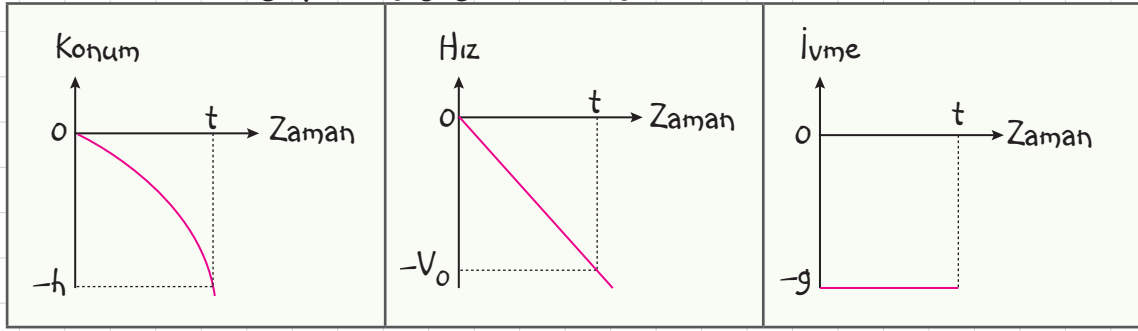
Yatay atış hareketi iki boyutlu hareket olduğu için grafikleri de hem yatay doğrultuda hem de düşey doğrultuda olur.

✓ Yatay doğrultudaki grafikler: Cisim yatay doğrultuda sabit hızlı hareket yapar.



✓ Cismin yatay doğrultuda yaptığı hareket sabit hızlı hareket olduğu için yatayda alınan yol $x = V_0 t$ formülü ile bulunur.

✓ **Düsey doğrultuda grafikler:** Cisim düsey doğrultuda yer çekimi ivmesi etkisinde hızlanan hareket yapar. Aşağı yön (-) seçilirse;



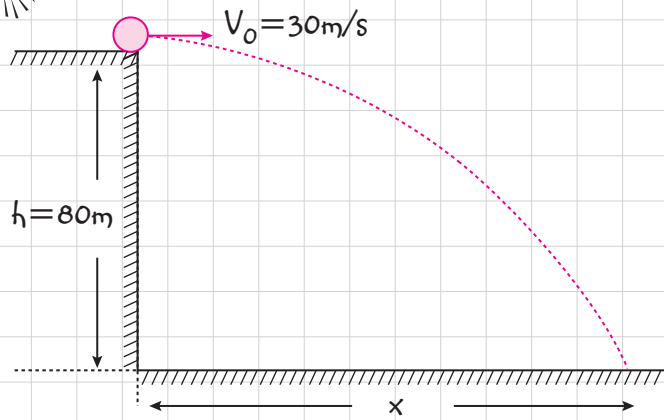
Düsey doğrultuda formüller;

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad V = g \cdot t \quad V^2 = V_0^2 + 2g \cdot h$$

Yol denklemi Hız denklemi Zamandan bağımsız hız denklemi formülleri kullanılır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



Yerden 80 m yükseklikten 30 m/sn hızla atılan cisim,

- Kaç saniyede yere düşer?
- Atıldığı noktadan kaç m uzağa düşer?
- Cismin yere çarpma hızı nedir? (Sürtünmeler önemsiz ve $g=10\text{m/sn}^2$)

Çözüm:

- a)** Yere düşme süresini cismin atıldığı yükseklik belirler.

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad 80 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

Sonuç: $t = 4\text{s}$

- b)** Cismin yatay hızı değişmez. Yatayda alınan yolu yatay hız belirler.

$$x = V_0 \cdot t \quad x = 30 \cdot 4$$

Sonuç: $x = 120\text{ m}$

- c)** Cisim yere düştüğünde yatay hızı aynı iken düşey hızı;

$$V_y = g \cdot t \quad V_y = 10 \cdot 4$$

$$V_y = 40\text{ m/sn olur.}$$

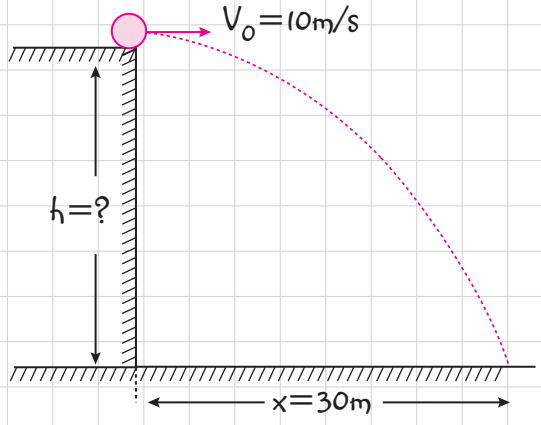
Bu durumda yere çarpma hızı;

$$V_{\text{yer}} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad V_{\text{yer}} = \sqrt{30^2 + 40^2}$$

Sonuç: $V_{\text{yer}} = 50\text{ m/sn olur.}$

SIRA SİZDE

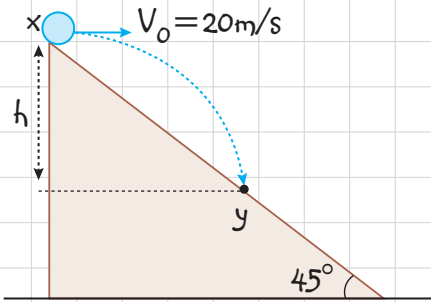
7



Yerden h kadar yükseklikten 10 m/sn hızla fırlatılan cisim, atıldığı noktadan 30 m ilerde yere düşmektedir. Buna göre cismin yere çarpma hızı ve atıldığı noktanın yerden yüksekliği h kaç m'dir? (Sürtünmeler önemsiz ve $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Eğim açısının 45° olduğu bir eğik düzlemin x noktasından 20 m/sn hızla atılan cisim, eğik düzlem üzerindeki y noktasına düşüyor. Buna göre h yüksekliği kaç m'dir? (Sürtünmeler önemsiz ve $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

$$h = x$$

$$\frac{1}{2} g \cdot t = V_0 \cdot t$$

$$\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t = 20$$

$$t = 4 \text{ saniye}$$

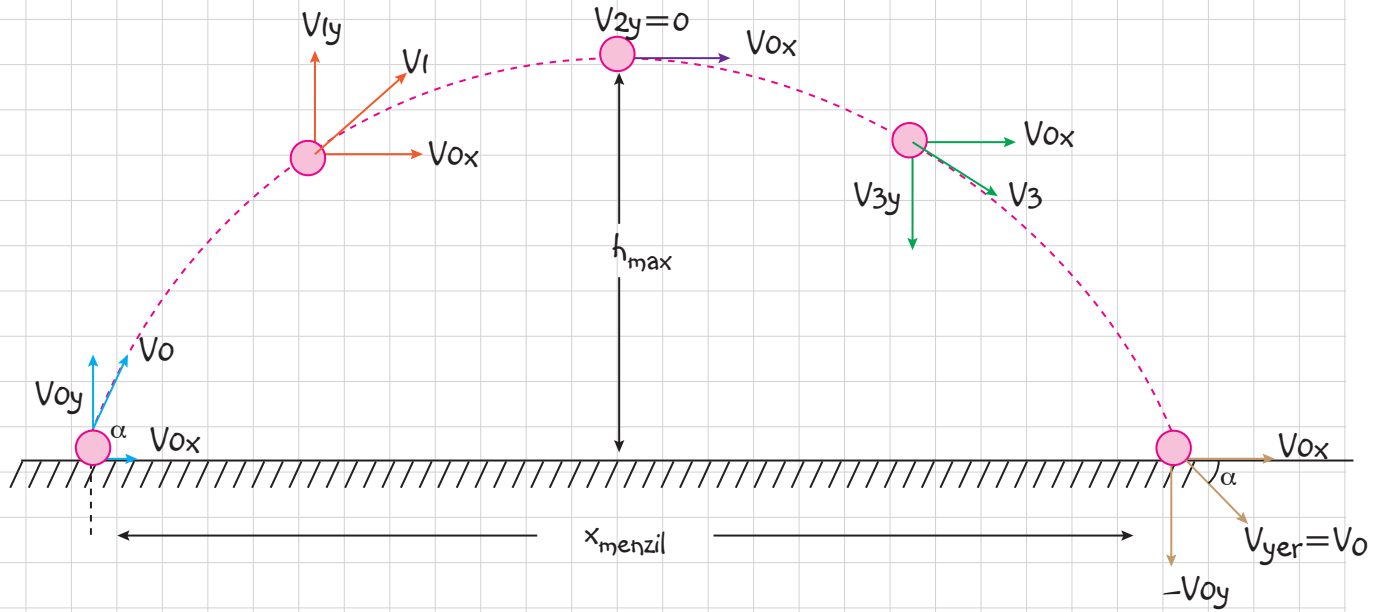
$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$ denkleminde bulduğumuz t değerini yazalım.

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4^2 = 80 \text{ m}$$

Sonuç: 80 m olur.

1.5.2. EĞİK ATIŞ HAREKETİ

Yatayla α açısı yapacak şekilde V_0 hızı ile atılan cismin yaptığı harekete
..... denir.

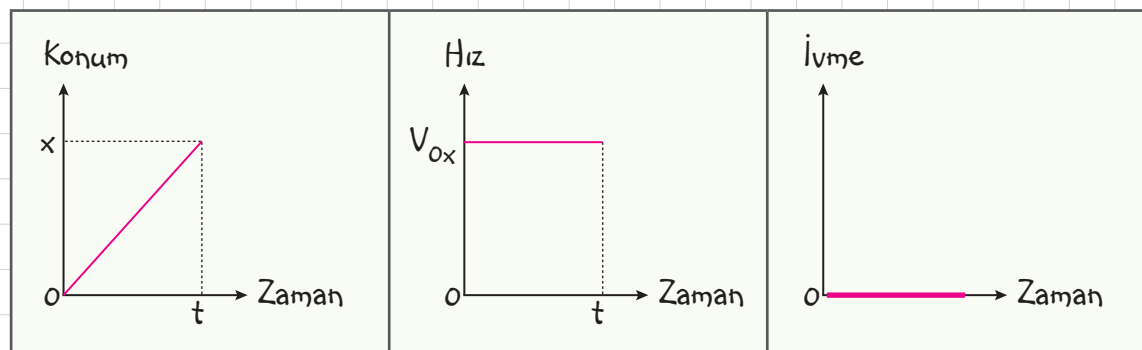


✓ Cisim yatayda hızlı hareket yaparken doğrultuda aşağıdan yukarıya atış hareketi yapar.

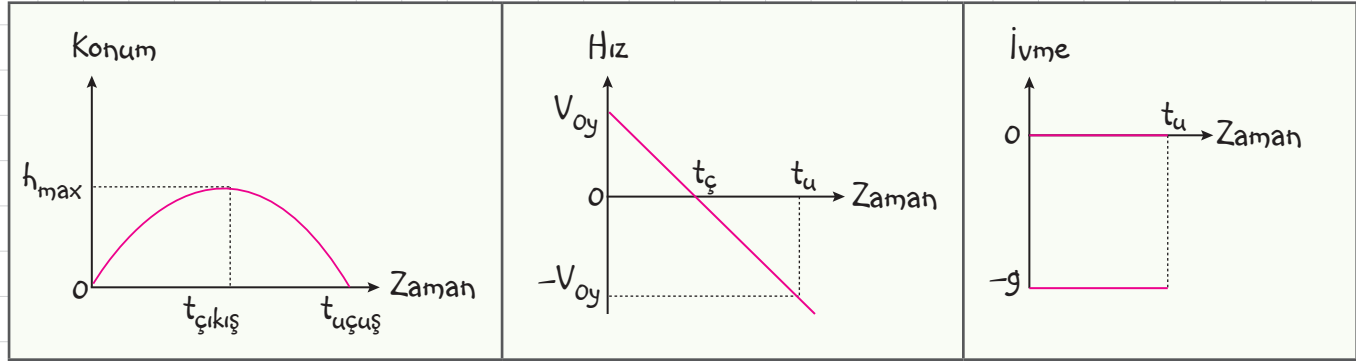
- Eğik atış yapan cismin yatay hızı Hareket süresince aynı kalır.
- Cismin hareket boyunca ivmesi dir ve yere doğrudur.
- Cisim maksimum yüksekliğe çıktığında sadece yatay hızı vardır. Düşey hızı 0'dır.
- Cismin maksimum yüksekliğe çıkış süresi, iniş süresine
- Cisim maksimum yüksekliğe çıktıktan sonra yatay atış hareketi yapar.

🔴 Eğik Atış Hareketinde Grafikler

✓ Yatay Doğrultudaki Grafikler: Cisim yatay doğrultuda sabit hızlı hareket yapar.



- ✓ **Düşey Doğrultuda Grafikler:** Cisim düşey doğrultuda aşağıdan yukarıya atış hareketi yapar. Yukarı yön (+) seçildiğinde grafikler aşağıdaki gibi olur.



🔴 Eğik Atış Hareketinde Formüller

✓ Yatay Doğrultudaki Hareket Formülleri

➡ Cismin t anında aldığı yol:

$$x = V_{ox} \cdot t$$

➡ Cismin t anındaki hızı:

$$V = V_{ox}$$

✓ Düşey Doğrultudaki Hareket Formülleri

➡ Cismin t anında düşeyde aldığı yol:

$$h = V_{oy}t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

➡ Cismin t anındaki düşey hızı:

$$V_y = V_{oy} - g \cdot t$$

Herhangi bir t anında yörünge hızı,

$$V = \sqrt{V_{ox}^2 + V_y^2} \text{ ile bulunur.}$$

V_{ox} : Cismin ilk hızının x bileşeni

V_y : Herhangi bir t anında cismin düşey hızı

✓ Cismin çıkabileceği maksimum yükseklik:

$$h_{\max} = \frac{V_{oy}^2}{2g}$$

✓ Cismin maksimum yüksekliğe çıkış süresi:

$$t_{\text{çıkış}} = \frac{V_{oy}}{g}$$

✓ Cismın uçuş süresi:

$$t_u = \frac{2V_{oy}}{g}$$

✓ Cismın yatayda alabileceği maksimum uzaklık,

$$x_{\text{menzil}} = V_{ox} \cdot t_u = \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha$$
 eşitlikleri ile bulunur.

V_0 : Cismın atıldığı ilk hız

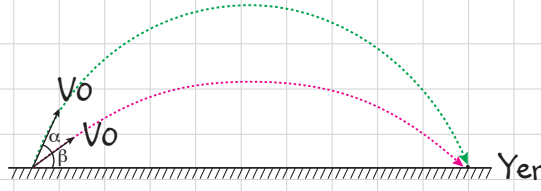
V_{ox} : Cismın ilk hızının yatay bileşeni

V_{oy} : Cismın ilk hızının düşey bileşeni

g : Yer çekimi ivmesi

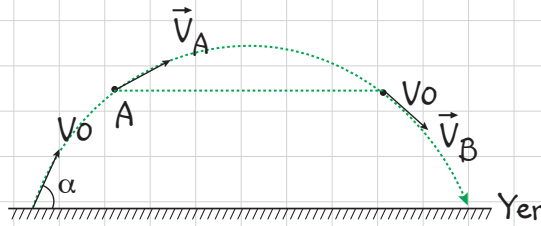
✓ Cismın atış hızı değişmemek kaydı ile α açısı 45° olduğunda cismın menzil uzaklığına düşer.

✓ Birbirini 90° 'ye tamamlayan açılarla ve aynı hızlarla eğik atılan cisimler noktaya düşerler.



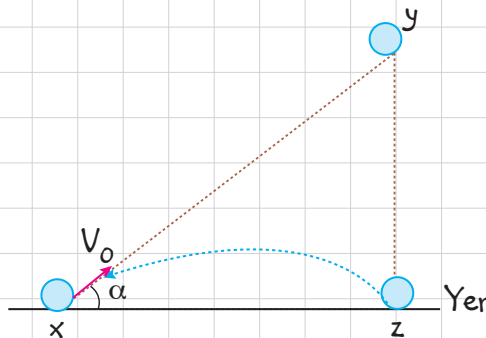
$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

✓ Eğik atış yapan cisimler, yerden eşit yükseklikten aynı hız büyüklüğünde geçer.



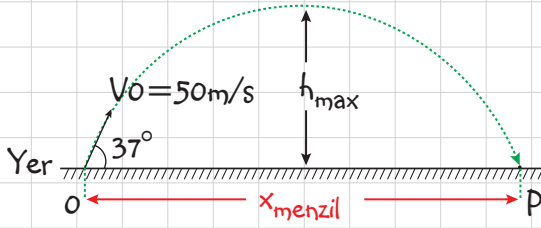
$$|\vec{V}_A| = |\vec{V}_B|$$

✓ x noktasından eğik atılan cismın z noktasına gelme süresi, y noktasından serbest bırakılan cismın z'ye gelme süresine





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU



O noktasından 50 m/sn ve 37°'lik açı ile eğik olarak atılan bir top p noktasına düşüyor.

Hava sürtünmeleri ihmal edildiğine göre;

- Uçuş süresi kaç sn'dir?
- Cismin çıkabileceği maksimum yükseklik kaç m'dir?
- Cisim atıldığı noktadan kaç m uzağa düşer? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$) ($\sin 37 = 0,6$) ($\cos 37 = 0,8$)



Çözüm:

Öncelikle cismin atıldığı hızın yatay ve dikey bileşenlerini bulalım.

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos 37 = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ m/sn}$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin 37 = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ m/sn}$$

$$a) t_{\text{uçuş}} = \frac{2V_{0y}}{g} = \frac{2 \cdot 30}{10} = 6 \text{ sn}$$

$$b) h_{\text{max}} = \frac{V_{0y}^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \cdot 10} = 45 \text{ m}$$

$$c) x_{\text{menzil}} = V_{0x} \cdot t_u = 40 \cdot 6 = 240 \text{ m}$$

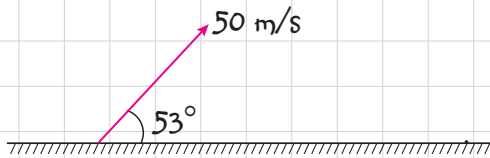
Sonuç: a) 6 sn, b) 45 m, c) 240 m

SIRA SİZDE

18

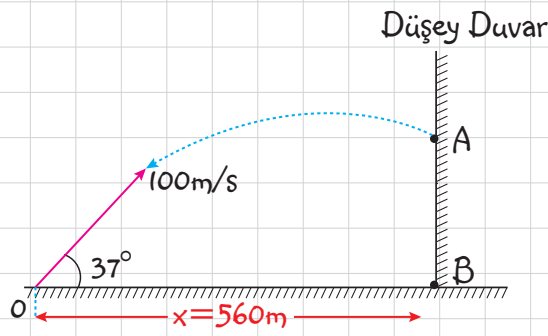
Yatay ile 53°'lik açı yapacak şekilde eğik olarak atılan cismin 7 saniye sonra yörünge hızı kaç m/sn olur? (sürtünmeler önemsiz, $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORU

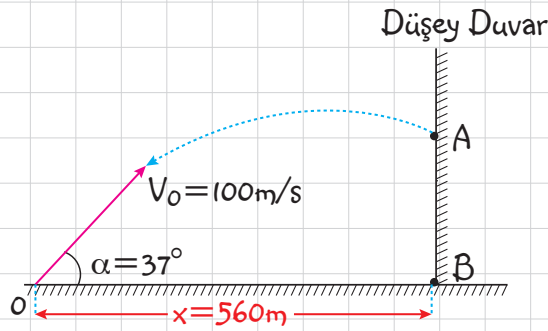


Şekildeki gibi eğik atılan bir top, düşey duvarın A noktasına çarpıyor.

Cismin atıldığı nokta ile düşey duvar arası 560 m olduğuna göre AB uzunluğu kaç m'dir? (Sürtünmeler önemsiz, $g = 10 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm:

2



İlk hızın yatay ve düşey bileşenlerini bulalım.

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos 37 = 100 \cdot 0,8 = 80 \text{ m/sn}$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin 37 = 100 \cdot 0,6 = 60 \text{ m/sn}$$

Cisim yatayda 560 m yol almış. O'dan A'ya gelme süresini bulabiliriz.

$$x = V_{0x} \cdot t$$

$$560 = 80 \cdot t \Rightarrow t = 7\text{s}$$

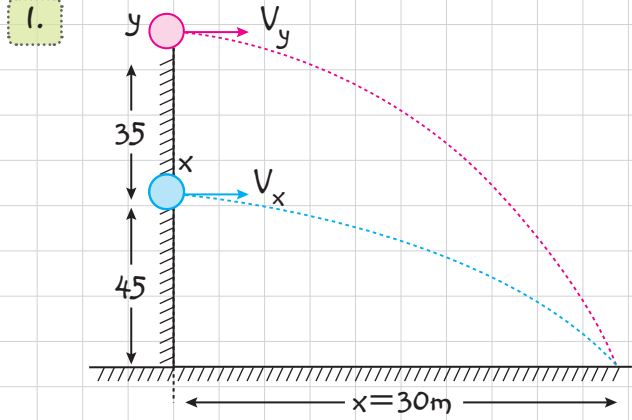
$$h = V_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = 60 \cdot 7 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 7^2$$

$$h = 175 \text{ m}$$

Sonuç: 175 m

TEST 7



Sürtünmelerin önemsiz olduğu bir ortamda aynı anda x ve y cisimleri yatay olarak atılıyor.

Cisimler aynı noktaya düştüklerine göre, x cisminin hızının y cisminin hızına oranı $\frac{V_x}{V_y}$ nedir?

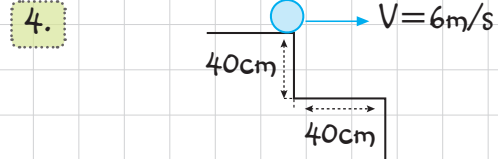
- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{4}{3}$

2. Yerden 45 m yükseklikten bir cisim yatay olarak 40 m/sn hızla atılıyor. Cismin yere çarpma hızı kaç m/sn'dir? (Sürtünmeler önemsiz ve $g=10 \text{ m/sn}^2$)

- A) 50 B) 40 C) 30 D) 20 E) 10

3. I. Yatay atış hareketi yapan bir cisim, yatay doğrultuda düzgün hızlanan doğrusal hareket yapar.
II. Yatay hareket yapan bir cisim, düşey doğrultuda serbest düşme hareketi yapar.
III. Yatay atış hareketi yapan cismin ivmesi sürekli olarak değişir.
Yatay atış ile ilgili olarak yukarıda verilen yargılardan hangileri yanlıştır?

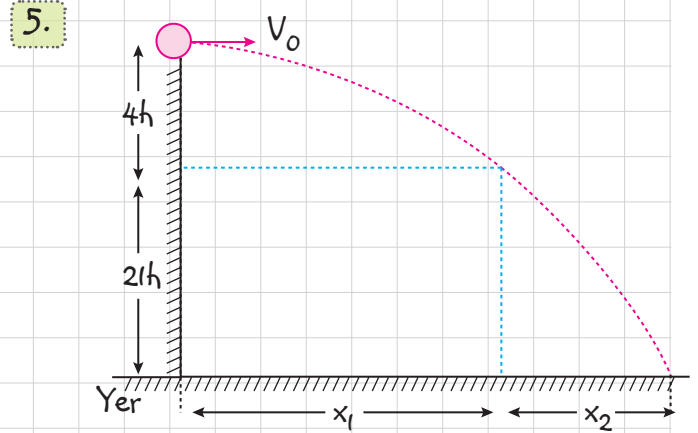
- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II
E) I ve III



Basamak genişliği ve yüksekliği eşit ve 40 cm olan merdivenin en üst basamağından 6 m/sn hızla fırlatılan cisim kaçınca basamağa düşer?

(Sürtünmeler önemsiz, $g=10 \text{ m/sn}^2$)

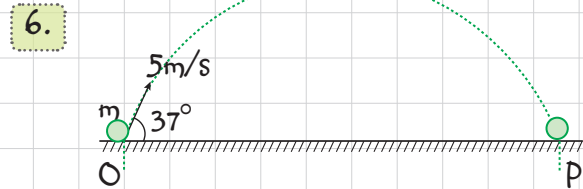
- A) 6 B) 9 C) 18 D) 20 E) 21



Sürtünmesiz ortamda V_0 hızı ile yatay olarak atılan cismin yörüngesi şekildeki gibidir.

Buna göre $\frac{x_1}{x_2}$ oranı nedir?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{1}{2}$ E) 1



Kütlesi m olan cisim 5 m/sn hızla eğik olarak atılıyor.

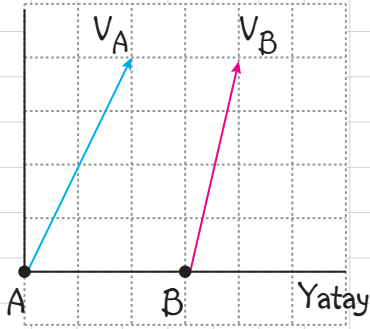
Sürtünmeler önemsiz olduğuna göre, cismin düştüğü noktanın atıldığı noktaya olan uzaklığı kaç m'dir?

($\sin 37 = 0,6$ $\cos 37 = 0,8$
 $g=10 \text{ m/sn}^2$)

- A) 1,2 B) 1,4 C) 1,8 D) 2,4 E) 3

TEST 7

7.

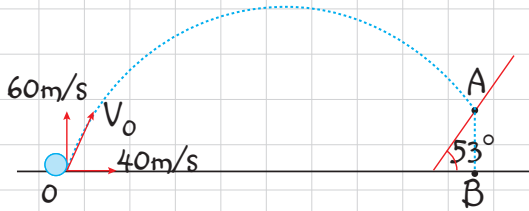


A ve B cisimleri, şekildeki hız vektörleri ile atılıyor.

A cisminin yatayda aldığı yol x_A , B cisminin yatayda aldığı yol x_B arasındaki ilişki nedir? (Hava sürtünmeleri önemsizdir. Birimkareler özdeştir.)

- A) $x_A = x_B$ B) $x_B = 2x_A$
 C) $x_A = 2x_B$ D) $x_A = 3x_B$
 E) $x_B = 3x_A$

8.

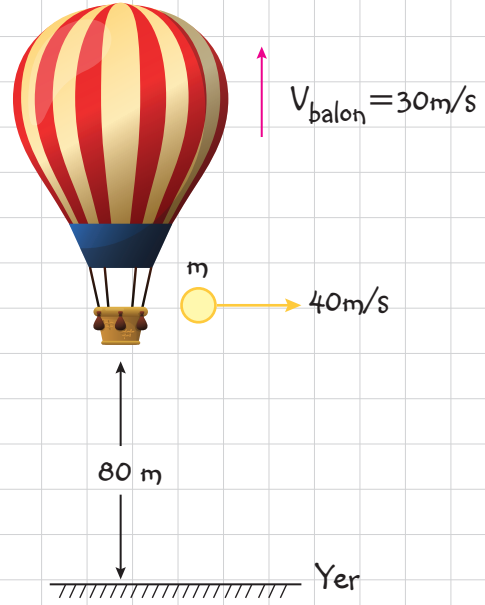


O noktasından eğik olarak V_0 hızı ile atılan cismin yatay hız bileşeni $V = 40 \text{ m/sn}$ düşey hız bileşeni ise $V_{oy} = 60 \text{ m/sn}$ 'dir.

Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu ortamda, cisim A noktasına dik olarak çarptığına göre OB uzunluğu kaç m'dir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) 100 B) 250 C) 300 D) 360 E) 400

9.

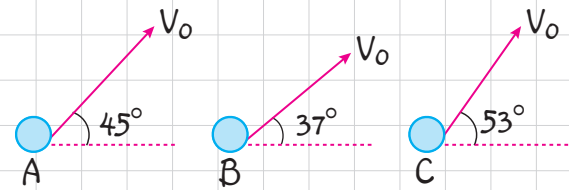


Şekildeki sürtünmesiz hava ortamında sabit 30 m/sn hızla yükselmekte olan bir balondan bir cisim, balon yerden 80 m yüksekte olduğu anda balona göre 40 m/sn hızla yatay olarak atılıyor.

Buna göre cisim atıldığı noktadan kaç m uzakta yere düşer? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) 100 B) 120 C) 240 D) 250 E) 320

10.



Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir ortamda eşit büyüklükteki hızlarla atılan A, B, C cisimlerin yatayda aldıkları yollar sırasıyla x_A , x_B ve x_C 'dir.

Buna göre x_A , x_B ve x_C arasındaki ilişki nedir?

- A) $x_A > x_B > x_C$ B) $x_A > x_B = x_C$
 C) $x_A = x_B > x_C$ D) $x_A = x_B = x_C$
 E) $x_C > x_B > x_A$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.6. ENERJİ VE HAREKET

1.6.1. İş Enerji İlişkisi

1.6.2. Kinetik Enerji ve Potansiyel Enerji

1.6.3. Hooke Yasası

1.6.4. Mekanik Enerji Korunumu

1.6.5. Sürtümlü Yüzeylerde Enerjinin Korunumu

1.6. ENERJİ VE HAREKET

Cisimlerin hareket edebilmeleri için ihtiyaçları vardır. Diğer bir tanımla enerji, iş yapabilme yeteneğidir.

1.6.1. İŞ ENERJİ İLİŞKİSİ

Bir cismin ya da bir sistemin enerjisinde bir değişim varsa o cisim ya da sistem üzerinde yapılmıştır denir. Bir cisim üzerine hareket yönünde bir kuvvet etki ederse, iş yapar.



Şekil I



Şekil II

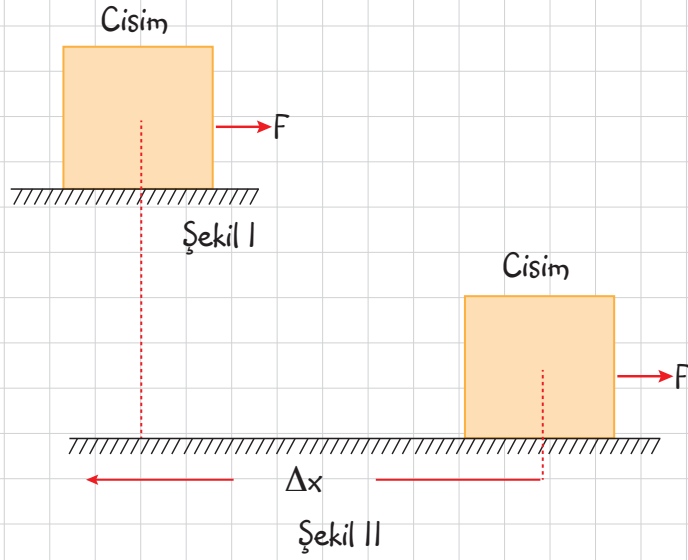


Şekil III

Şekil I'de el arabasını iten işçi, Şekil II'de araba çeken işçi yapmıştır. Şekil III'teki işçi ise kutuyu yerden yukarı kaldırırken iş yapmıştır. Ancak kutu ile birlikte yürürken yapmaz.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





Şekil I'deki cisim F kuvveti ile Şekil II'deki gibi Δx kadar yol alırsa F kuvvetinin yaptığı iş,

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

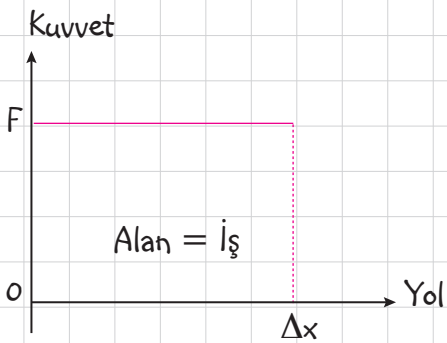
ile bulunur.

W : Kuvvetin yaptığı iş. (joule)
 F : Cisme hareket doğrultusunda uygulanan kuvvet. (N)
 Δx : Kuvvet etkisiyle cismin aldığı yol. (m)

Hareket Yönü

Ahmet'in kitaplarına uyguladığı kuvvet yukarı yönlü, hareket doğrultusu ise x doğrultusundadır. Kuvvet, hareket doğrultusuna dik olduğu için iş

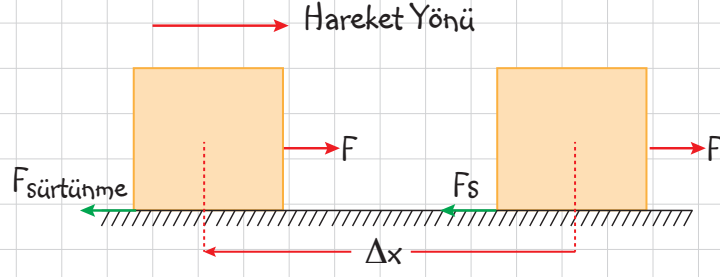
Kuvvet - Yol Grafiği



Sabit bir kuvvetin etkisi ile bir cisim Δx kadar yol alıyorsa kuvvet - yol grafiği şekildeki gibi olur. Kuvvet - yol grafiğinin altında kalan yapılan işi verir.

Sürtüneli Yüzeylerde Yapılan İş

Sürtünme kuvveti, harekete yönlü olan kuvettir. Bu yüzden sürtünme kuvvetinin yaptığı iş



Şekildeki sürtüneli yüzeyde \vec{F} kuvveti yardımıyla cisim Δx kadar çekilsin. Sürtünme kuvveti, harekete ters yönde olduğu için iş yaparak cismin enerjisini

F Kuvvetinin Yaptığı İş

$$W_F = \vec{F} \cdot \Delta x$$

Sürtünme Kuvvetinin Yaptığı İş

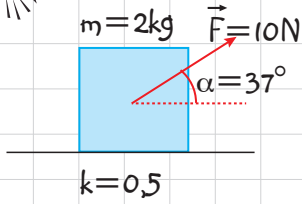
$$W_S = -f_s \cdot \Delta x$$

Net Kuvvetin Yaptığı İş

$$W_{\text{net}} = F_{\text{net}} \cdot \Delta x$$
$$W_{\text{net}} = (F - f_s) \cdot \Delta x \text{ olur.}$$

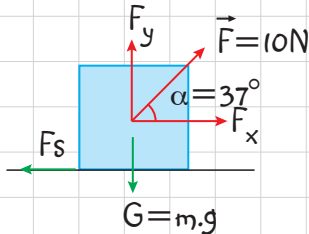


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Kütlesi 2 kg olan cisim, sürtünme katsayısı 0,5 olan düzlemde 10 N'luk kuvvet etkisi ile 3m çekiliyor. Buna göre net kuvvetin yaptığı iş kaç joule'dür? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$ $\cos 37 = 0,8$ $\sin 37 = 0,6$)

Çözüm:



Öncelikle cisim üzerindeki kuvvetleri belirleyelim ve bunları hesaplayalım.

$$G = m \cdot g = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N}$$

$$F_x = F \cdot \cos 37 = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ N}$$

$$F_y = F \cdot \sin 37 = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ N}$$

$$f_s = kN = k(G - F_y)$$

$$f_s = 0,5 \cdot (20 - 6) = 7 \text{ N}$$

$$F_x \text{ kuvvetinin yaptığı iş; } W_{F_x} = F_x \cdot \Delta x = 8 \cdot 3 = 24 \text{ j}$$

$$\text{Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş; } W_S = -f_s \cdot \Delta x = -7 \cdot 3 = -21 \text{ j}$$

$$\text{Net kuvvetin yaptığı iş; } W_{\text{net}} = (F_x - f_s) \cdot \Delta x = (8 - 7) \cdot 3 = 3 \text{ j olur.}$$

SIRA SİZDE

$$\vec{F}=50\text{N}$$

60°



19

Şekildeki m kütleli cisim F kuvvetinin etkisi ile 4m yol alıyor.

F kuvvetinin yaptığı iş kaç joule'dür?

$$\left(\cos 60 = \frac{1}{2} \quad \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

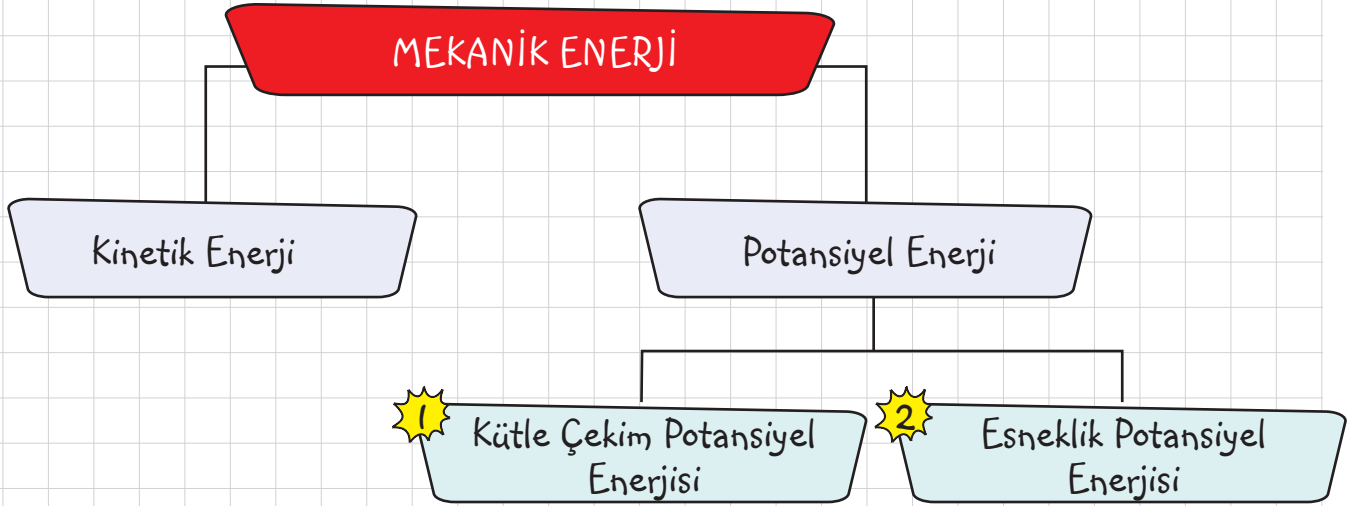
(Sistemde sürtünme yoktur.)

Çözüm:

Enerji

Enerji, yapabilme yeteneğidir. Doğada enerji şekillerde bulunur. Mekanik enerji, rüzgâr enerjisi, nükleer enerji, güneş enerjisi gibi.

Biz bu bölümde mekanik enerjiyi ele alacağız.



1.6.2. KİNETİK ENERJİ VE POTANSİYEL ENERJİ

Kinetik Enerji



Bir cismin dolayısı sahip olduğu enerjidir.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \quad \text{ile bulunur.}$$

E_k : Kinetik enerji (joule)

m : Cismin kütlesi (kg)

V : Cismin hızı (m/sn)

İş – Enerji İlişkisi

Bir cismin üzerinde iş yapılmışsa cismin enerjisinde olur.
İş ile enerji değişimi ilişkisi aşağıdaki gibi olur.

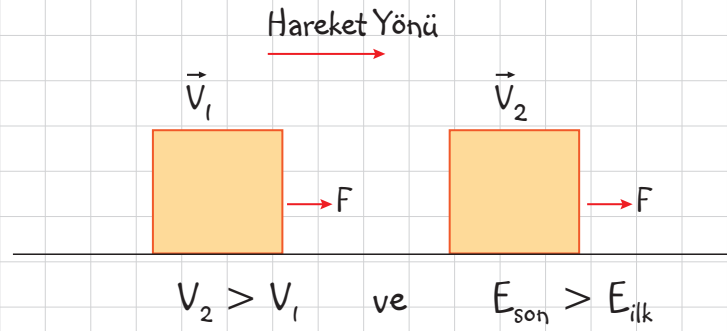
$$W = \Delta E_k$$

$$F \cdot \Delta x = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$
$$F \cdot \Delta x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{\text{son}}^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{\text{ilk}}^2$$

W : Yapılan iş
 ΔE_k : Cismin enerjisindeki değişim
F : Cisme etki eden kuvvet
 Δx : Cismin konumundaki değişim
 E_{son} : Son kinetik enerji
 E_{ilk} : İlk kinetik enerji
 V_{son} : Cismin son hızı
 V_{ilk} : Cismin ilk hızı

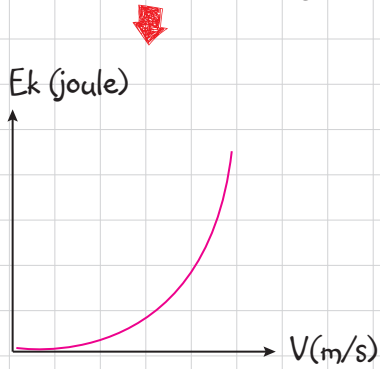


Bir cisme, hareketi yönünde bir kuvvet uygulanırsa cismin kinetik enerjisi

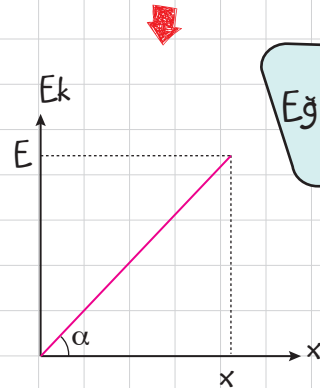


Kinetik Enerjisi Değişen Cisme Ait Grafikler

Kinetik Enerji – Hız Grafığı



Kinetik Enerji – Yol Grafığı

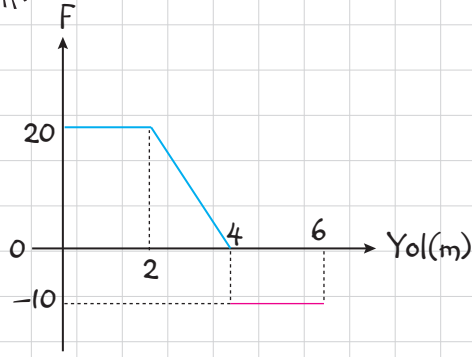


$$\text{Eğim} = \tan \alpha = F = \frac{\Delta E}{\Delta x}$$

Grafığın, cisme uygulanan net kuvveti verir.



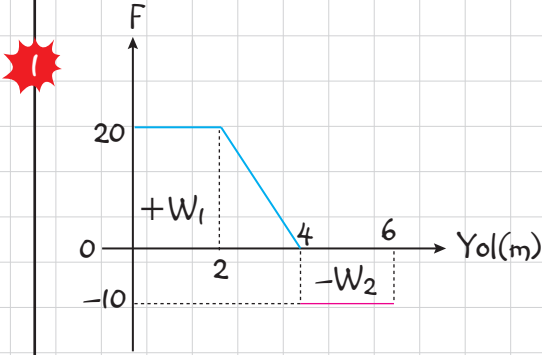
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Yatay düzlemde durmakta olan 5 kg kütleli cisme etki eden kuvvet – yol grafiği şekil-deki gibidir. Buna göre, 6 m sonunda cis-min sahip olduğu hız kaç m/sn'dir?

Çözüm:

Kuvvet – yol grafiğinin altındaki alan, yapılan işi verir.



$$W_{\text{net}} = W_1 - W_2$$
$$= 20 \cdot 2 + \frac{20 \cdot 2}{2} - 10 \cdot 2$$

$$W_{\text{net}} = 40 \text{ j.}$$

Net iş, cismin enerjisindeki değişimi verir.

$$W_{\text{net}} = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

$$E_{\text{ilk}} = 0 \text{ dır. (Cisim duruyor ve hızı 0'dır)}$$

$$W_{\text{net}} = E_{\text{son}}$$

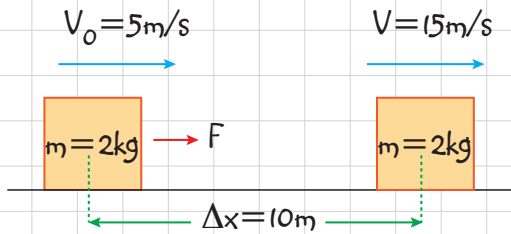
$$W_{\text{net}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$40 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot V^2$$

Sonuç: $V = 4 \text{ m/sn}$ bulunur.

SIRA SİZDE

20



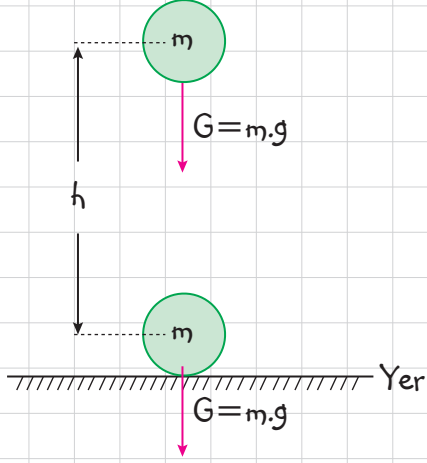
Şekildeki sürtünmesiz sistemde 5 m/sn hızla gitmekte olan 2 kg kütleli bir cisme, bir F kuvveti 10 m yol boyunca uygulanıyor. Cismin bu yol sonundaki hızı 15 m/sn olduğuna göre F kuvveti kaç N olur?

Çözüm:

Potansiyel Enerji

Cisimlerde edilmiş enerjiye **potansiyel enerji** denir. Mekanik enerjide iki türlü potansiyel enerji vardır.

1) Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi



Kütlesi m , ağırlığı $G = mg$ olan bir cismi bulunduğu yerden h kadar yükseğe çıkarabilmek için karşı iş yapılır. Yapılan bu iş, cisme kütle çekim potansiyel enerjisini kazandırır.

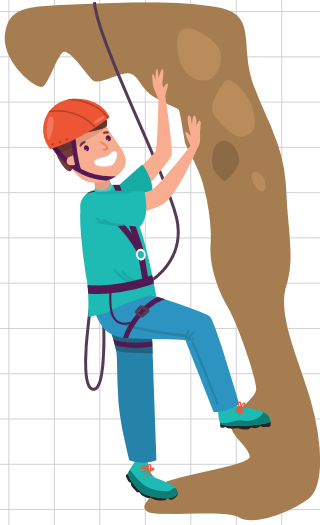
Kütle çekimi potansiyel enerjisi, $E_p = m \cdot g \cdot h$ ile bulunur.

E_p : Cismin kazandığı kütle çekim potansiyel enerji (joule)

m : Cismin kütlesi (kg)

g : Yer çekimi ivmesi ($\frac{N}{kg} = m/sn^2$)

h : Cismin yerden yüksekliği



Şekil I



Şekil II

Şekil I'deki dağcının, dağa tırmanırken potansiyel enerjisi

Şekil II'deki paraşütle atlayan sporcunun, aşağı doğru inerken potansiyel enerjisi azalır.

11) Esneklik Potansiyel Enerjisi



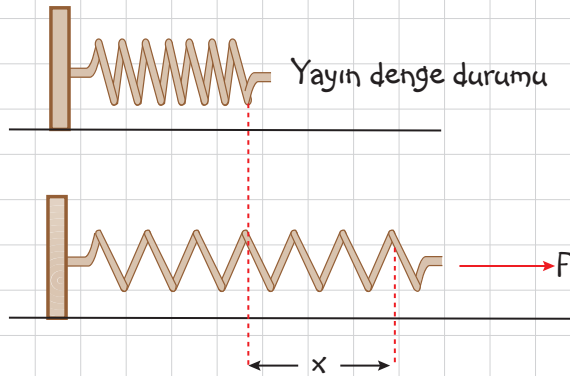
Esnek cisimlerin durumundan dolayı sahip olduğu enerjiye
..... denir.

Sıkışmış bir yayda, gerilmiş lastikte enerji depolanır.

Gerilmiş yaydaki ok serbest bırakılırsa fırlar. Yaydaki potansiyel enerji, oka kinetik enerji olarak aktarılır.

1.6.3. HOOKE YASASI

İdeal bir yayda, yayın uzama ya da sıkışma miktarı yaya uygulanan kuvvet ile doğru orantılıdır.



Kuvvet etkisiyle uzamış yay

Bir yaya F kuvveti uygulayıp yayı x kadar çektiğimizde kuvvet ve uzama miktarı arasında

$F = -kx$ bağıntısı vardır.

F : Yayı geren kuvvet (Newton = N)

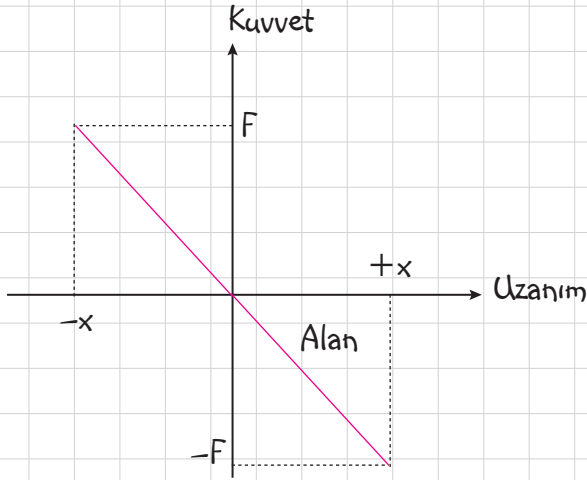
x : Yaydaki uzama miktarı (metre = m)

k : Yay sabiti (Newton / metre = N/m)



Formüldeki (-) işareti yayın yer değiştirme vektörü ile yayın uyguladığı kuvvet vektörünün olmasından kaynaklanır.

Kuvvet ve yaydaki uzama grafiği aşağıdaki gibidir.



Kuvvet uzanim grafiğinin altında kalan alan, yayda depolanan esneklik potansiyel enerji değerini verir.

$$\text{Alan} = E_p = \frac{F \cdot x}{2}$$
$$F = k \cdot x \text{ idi}$$

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \text{ olur.}$$

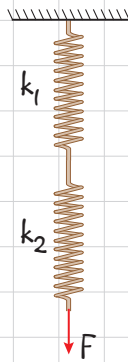
E_p : Yayda depo edilen esneklik potansiyel enerjisi (joule)

k : Yay sabiti (N/m)

x : Uzama miktarı (m)



Birden fazla yay seri bağlanırsa; eş değer yay sabiti,

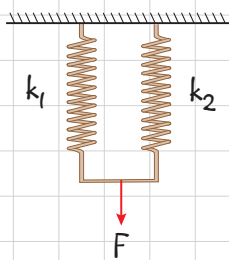


$$\frac{1}{k_{eş}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

ile bulunur.



Yaylar paralel bağlanırsa;



$$k_{eş} = k_1 + k_2$$

ile bulunur.

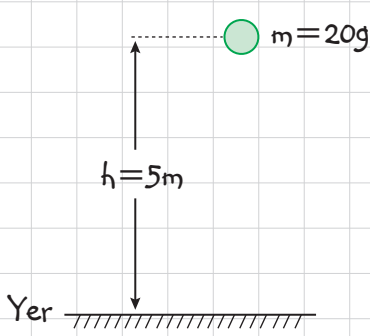


Bir yay eşit n parçaya ayrılırsa her bir yayın yay sabiti $n \cdot k$ kadar olur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

1



Kütlesi 20 g olan bir cisim yerden 5 m yüksekliktedir.

Cismin sahip olduğu potansiyel enerji kaç joule'dür?
($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

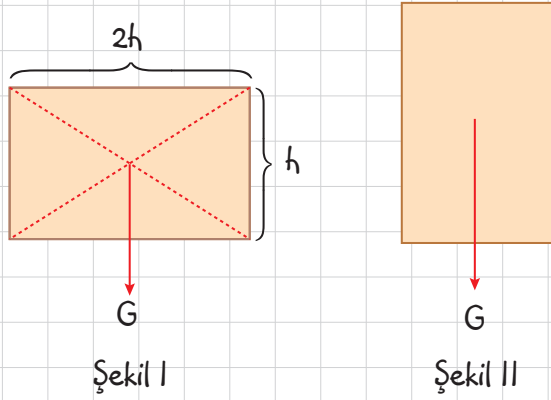
Çözüm:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \\ = 0,02 \text{ kg} \cdot 10 \cdot 5$$

Sonuç: $E_p = 1 \text{ joule}$

SIRA SİZDE

2



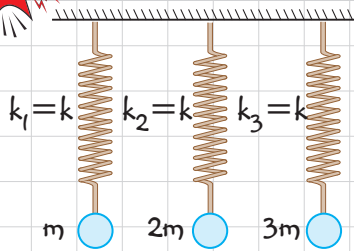
Şekil I'deki tuğla, Şekil II'deki konuma getirilirse yer çekimine karşı yapılan iş kaç $G \cdot h$ olur?

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

2



Şekildeki özdeş ve yay sabitleri k olan yaylara sırasıyla m , $2m$ ve $3m$ kütleli cisimler asılmıştır.

Yaylarda depolanan esneklik potansiyel enerjileri E_1 , E_2 ve E_3 arasındaki ilişki nedir?

Çözüm:

$$F = -k \cdot x \text{ idi.}$$

Yaylar özdeş olduğuna göre uzama miktarları arasında $x_3 > x_2 > x_1$ ilişkisi vardır.

Buna göre, $E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$ olduğundan $E_3 > E_2 > E_1$ ilişkisi vardır.

Sonuç: $E_3 > E_2 > E_1$

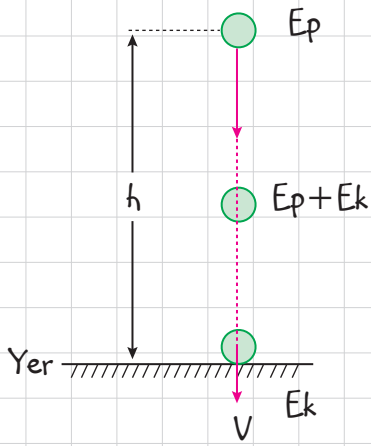
SIRA SİZDE

22

Yay sabiti 1000 N/m olan bir yayın önüne bir cisim konulup yay 10 cm sıkıştırılıyor. Buna göre yayda depolanan enerji kaç joule olur?

Çözüm:

1.6.4. MEKANİK ENERJİNİN KORUNUMU



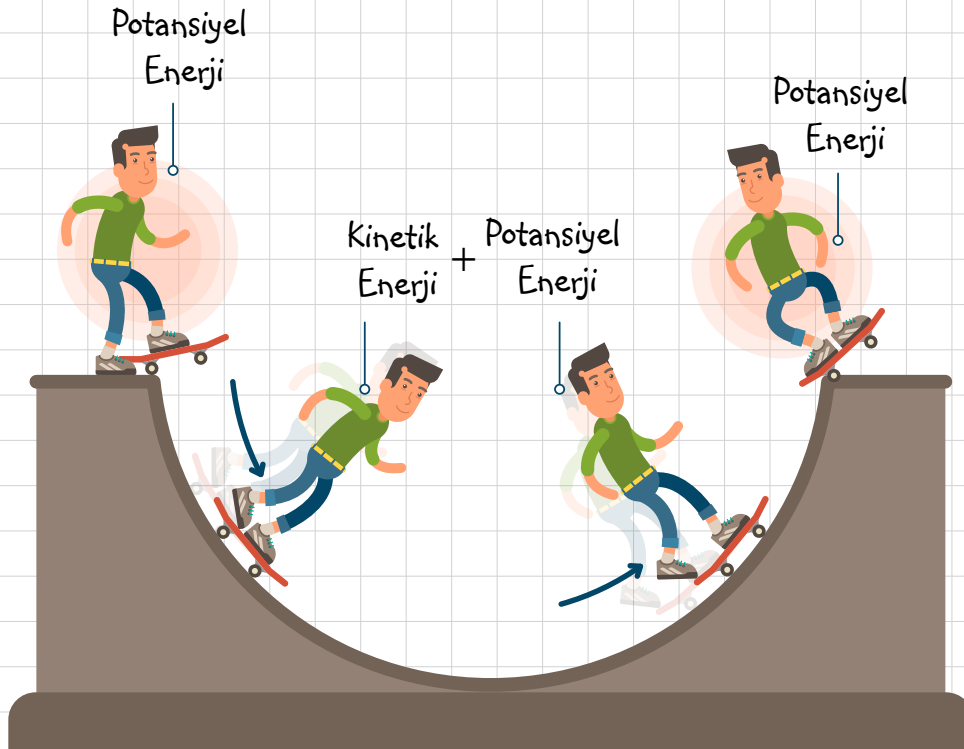
Bir sistemde sürtünme yoksa sistemin mekanik enerjisi
Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda, yerden h kadar yükseklikteki cisimde enerjisi vardır. Cismi serbest bıraktığımızda, cismin potansiyel enerjisi azalırken kinetik enerjisi Sistemde sürtünme olmadığı için $(E_p + E_k)$ toplamı sabit kalacaktır.

$$E_T = E_p + E_k$$

E_T : Toplam mekanik enerji
 E_p : Potansiyel enerji
 E_k : Kinetik enerji



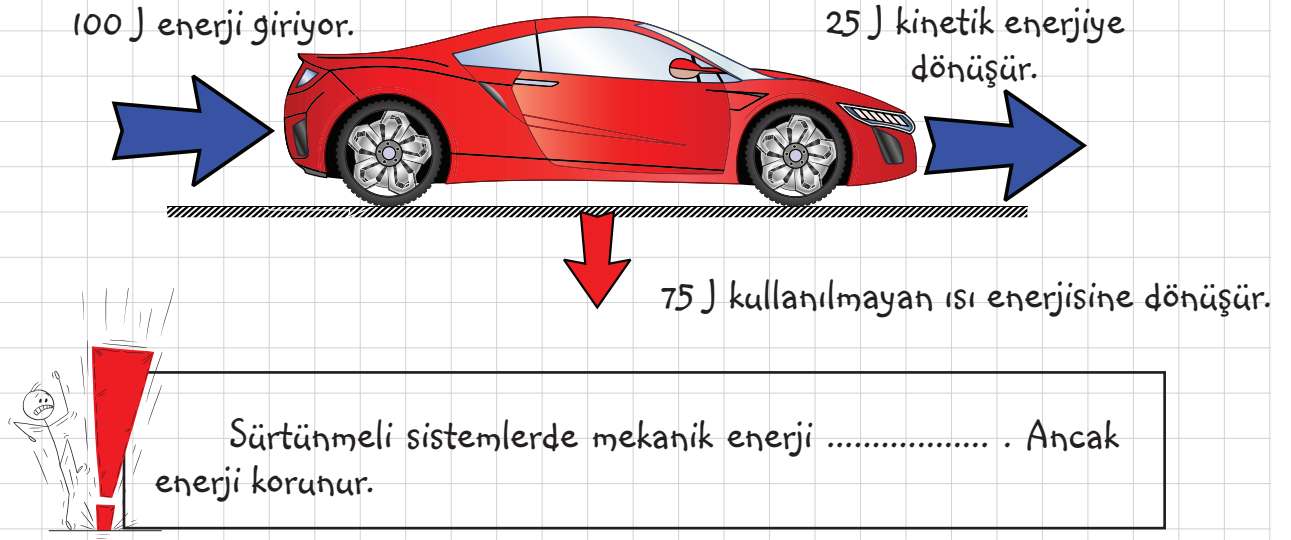
Sürtünmesiz sistemlerde mekanik enerji



1.6.5. SÜRTÜNMELİ YÜZEYLERDE ENERJİ KORUNUMU

Bir sistemde sürtünme varsa dolayı bir kısım enerji, enerjisine dönüşür. Örneğin, ellerimizi sürttüğümüzde, hareket enerjisi ısı enerjisine dönüşür.

Şekildeki arabaya 100 j'lük enerji girerken, arabanın kinetik enerjisi 25 j olarak ölçülüyor. 75 j ise ısı enerjisine dönüşüyor.



$$E_{T(İLK)} = E_{T(SON)} + W_{İSİ}$$

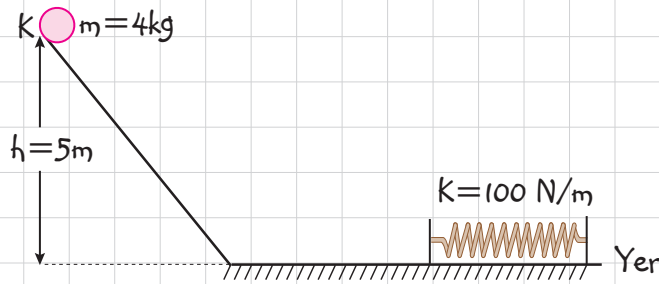
$E_{T(İLK)}$: Sistemin ilk mekanik enerjisi

$E_{T(SON)}$: Sistemin son mekanik enerjisi

$W_{İSİ}$ = Sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerji



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki sistem sürtünmesizdir.

1 Kütlesi 4 kg olan cisim, K noktasından serbest bırakıldığında yerde sabitlenmiş yayı kaç m sıkıştırır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

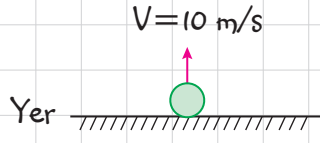
Çözüm:

Sistemde toplam mekanik enerji korunur.

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

$$4 \cdot 10 \cdot 5 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot x^2 \quad \text{Sonuç: } x = 2 \text{ m}$$

SIRA SİZDE

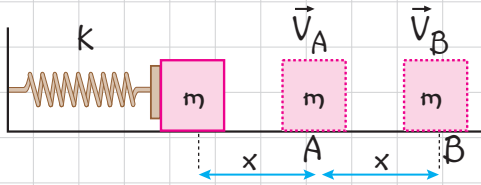


Çözüm:

23 Hava sürtünmelerinin önemsiz olduğu bir ortamda, yerden 10 m/sn hızla fırlatılan cisim kaç m yüksekliğe çıkabilir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Yay sabiti k olan bir yay, sürtünmesiz düzlemde denge konumundan itibaren $2x$ kadar sıkıştırılıp önüne m kütleli bir cisim konuluyor.

Cisim serbest bırakıldığında A noktasından V_A , B noktasından V_B hızıyla geçtiğine göre $\frac{V_A}{V_B}$ oranı nedir?

Çözüm:

Sürtünmesiz sistemlerde mekanik enerji korunur.

Cisim A noktasından geçerkenki enerji eşitliğini yazalım.

$$\frac{1}{2} \cdot k(2x)^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_A^2$$

① $\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_A^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot 3x^2$ olur.

Cisim B noktasından geçerkenki enerji eşitliğini yazalım.

$$\frac{1}{2} \cdot k(2x)^2 = \frac{1}{2} m \cdot V_B^2$$

② $\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_B^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot 4x^2$ olur.

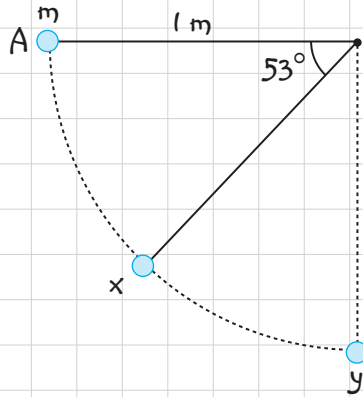
① ve ② denklemleri taraf tarafa bölelim.

$$\frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_A^2}{\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_B^2} = \frac{\frac{1}{2} \cdot k \cdot 3x^2}{\frac{1}{2} \cdot k \cdot 4x^2} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{3}{4}} \text{ bulunur.}$$

Sonuç: $\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{3}{4}}$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



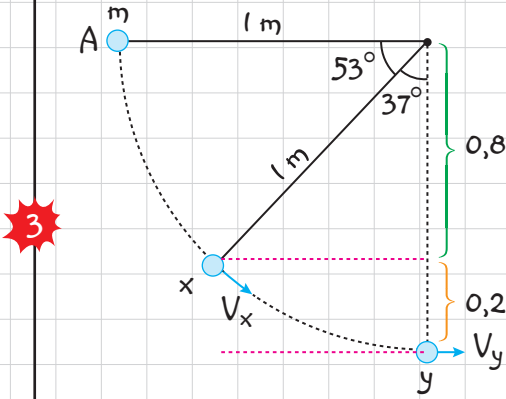
m kütleli bir cisim l m uzunluğundaki kütlesi önemsiz esnemeyen ipin ucuna bağlanıp, şekildeki A konumundan serbest bırakılıyor.

Cismin x noktasından geçerkenki hızı V_x , Y noktasından geçerkenki hızı V_y ise $\frac{V_x}{V_y}$ oranı nedir?

($\sin 53 = 0,8$ $\cos 53 = 0,6$)

($g = 10 \text{ m/sn}^2$, sürtünmeler önemsizdir.)

Çözüm:



Cisim sürtünmesiz ortamda hareket ettiği için mekanik enerji korunur.

$E_A = E_x$ olmalıdır.

Cismin A noktasında sadece potansiyel enerjisi varken x konumunda hem potansiyel hem de kinetik enerjisi vardır.

Enerji korunumunu Y seviyesine göre yazalım.

$$E_A = E_x$$

$$m \cdot g \cdot l = m \cdot g \cdot 0,2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_x^2$$

$$10 = 2 + \frac{1}{2} \cdot V_x^2$$

$$V_x = 4 \text{ m/sn olur.}$$

Y deki cismin hızını bulmak için bu kez enerji korunumunu A ve Y noktaları için yazalım.

$$E_A = E_y$$

$$m \cdot g \cdot l = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_y^2$$

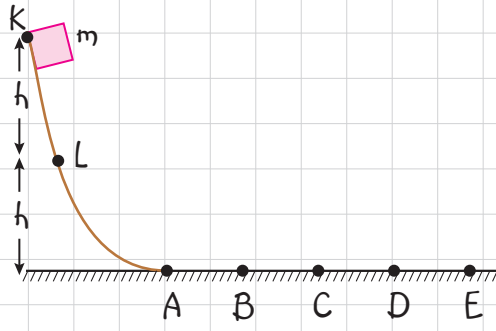
$$10 = \frac{1}{2} \cdot V_y^2$$

$$V_y = 2\sqrt{5} \text{ m/sn bulunur.}$$

Sonuç: $\frac{V_x}{V_y} = \frac{4}{2\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$ olur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

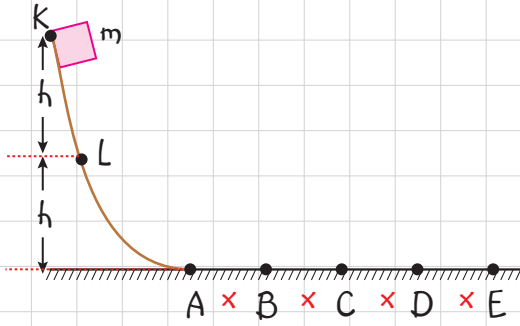


Şekildeki sürtünmesiz rayın K noktasından serbest bırakılan m kütleli cisim, yatay sürtünlü düzlemde E noktasında duruyor.

L noktasından $3m$ kütleli cisim serbest bırakılırsa sürtünlü yüzeyde hangi noktada durur?

($|AB| = |BC| = |CD| = |DE|$ sürtünme katsayısı her yerde aynıdır.)

Çözüm:



K noktasından serbest bırakılan cisim E noktasında duruyor ise K noktasındaki enerjinin tamamı ısıya dönüşmüştür.

$$E_k = W_{ısı}$$

$$m \cdot g \cdot 2h = F_s \cdot 4x \quad \text{① olur.}$$

4

$F_s = k \cdot m \cdot g$ olduğundan; m kütleli cisme yatay düzlemde etki eden sürtünme kuvveti F_s ise $3m$ kütleli cisme yatay düzlemde etki eden sürtünme kuvveti $3F_s$ olur.

L noktasından serbest bırakılan $3m$ kütleli cismin sahip olduğu potansiyel enerji A - E yolunda sürtünmeden dolayı ısı enerjisine dönüşecek ve cisim duracaktır.

$$E_L = W_{ısı}$$

$$\cancel{3}m \cdot g \cdot h = \cancel{3}F_s \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot h = F_s \cdot a \quad \text{② olur.}$$

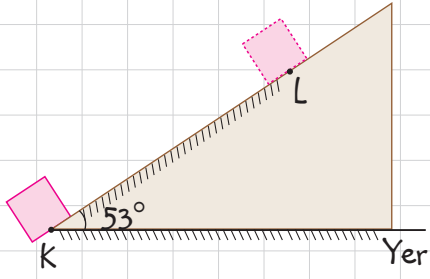
① ve ② denklemleri birlikte çözümlerse;

$$\frac{m \cdot g \cdot 2h = F_s \cdot 4x}{m \cdot g \cdot h = F_s \cdot a} \Rightarrow a = 2x \text{ bulunur.}$$

Sonuç: $3m$ kütleli cisim C noktasında durur.

TEST 8

1.

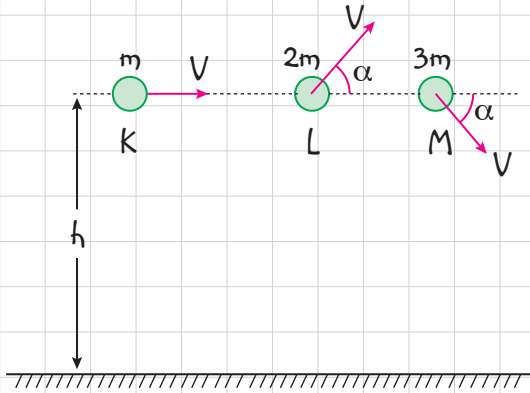


Şekildeki gibi eğik düzlemin alt noktasından 4 m/sn 'lik hız ile atılan 4 kg kütleli cisim L noktasından 1 m/sn hızla geçiyor.

Cisimle yüzey arasındaki sürtünme kuvveti 4 N olduğuna göre, L noktasının yerden yüksekliği kaç metredir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$, $\sin 53 = 0,8$, $\cos 53 = 0,6$)

- A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{2}{3}$ E) 2

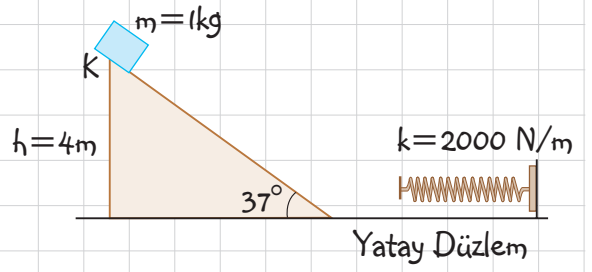
2.



Hava sürtünmelerinin ihmal edildiği ortamda kütleleri sırasıyla m , $2m$ ve $3m$ olan K, L, M cisimleri şekildeki gibi eşit büyüklükteki hızlarla atılıyorlar. Cisimlerin yere çarpma hızları V_K , V_L ve V_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $V_K > V_L > V_M$ B) $V_L > V_K > V_M$
C) $V_K = V_L > V_M$ D) $V_M > V_K > V_L$
E) $V_K = V_L = V_M$

3.

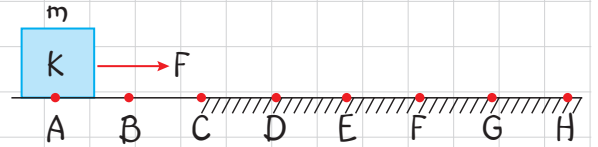


Kütlesi 1 kg olan bir cisim, şekildeki gibi sürtünmesiz eğik düzlemin K noktasından serbest bırakılıyor.

Buna göre, cisim yatay düzlemdeki yay sabiti 2000 N/m olan yayı kaç cm sıkıştırabilir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$, yatay düzlem sürtünmesizdir.)

- A) 0,02 B) 0,2 C) 2 D) 20 E) 200

4.



Şekildeki AH yolunun AC bölümü sürtünmesiz, CH bölümü sürtünmelidir. A noktasında durmakta olan m kütleli cisim F kuvveti ile çekiliyor.

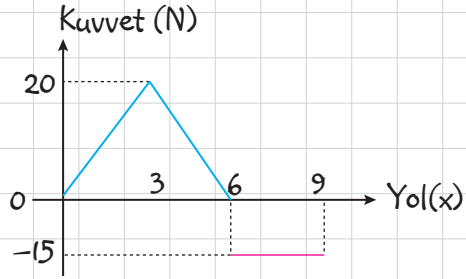
Cisim F noktasında durduğuna göre, F kuvvetinin cisme etki eden sürtünme kuvvetine (F_s) oranı $\frac{F}{F_s}$ nedir?

(Noktalar arası uzaklık eşit ve sürtünmeli yolun her bölümünde sürtünme katsayısı sabittir.)

- A) 3 B) 5 C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\frac{3}{5}$

TEST 8

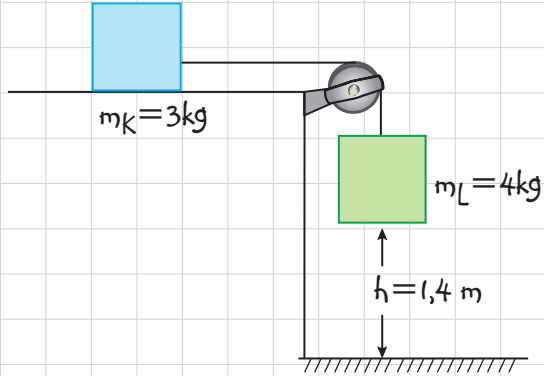
5.



$t = 0$ anında durmakta olan bir cisme etki eden kuvvet - yol grafiği şekildeki gibidir.
Buna göre, 9 m sonunda cismin sahip olduğu kinetik enerji kaç joule'dür?

- A) 15 B) 20 C) 25 D) 30 E) 35

6.



Şekildeki sürtünmesiz sistem serbest bırakılıyor.

4 kg kütleli cisim yere çarptığı anda 3 kg kütleli cismin kinetik enerjisi kaç j olur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 10 B) 12 C) 24 D) 26 E) 32

7.



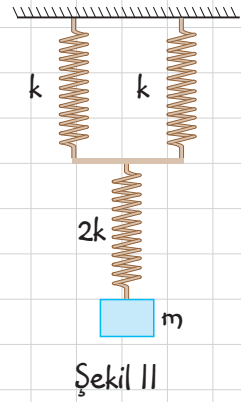
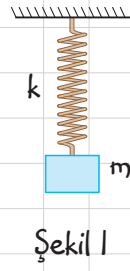
Özdeş ve ağırlıksız x ve y yaylarına şekildeki gibi 5m ve 4m kütleli cisimler bağlanmıştır.

Sistem dengede olduğuna göre x yayında depolanan enerji

E_x 'in, y yayında depolanan enerji E_y 'ye oranı nedir?

- A) $\frac{81}{16}$ B) $\frac{17}{11}$ C) $\frac{19}{12}$ D) $\frac{25}{16}$ E) $\frac{17}{22}$

8.

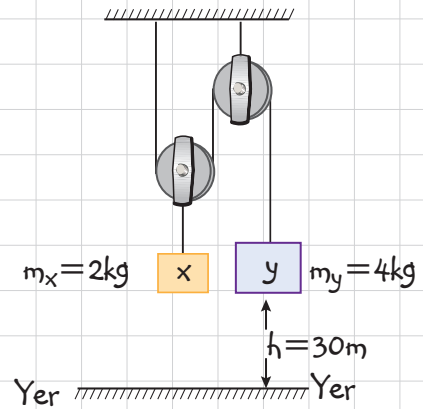


Şekil I ve Şekil II'deki sistem dengededir.

Şekil I'deki sistemde depo edilen enerji E ise Şekil II'de depo edilen enerji kaç E'dir?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 3

9.



Kütlesi 2 kg olan x cisimi ile kütlesi 4 kg olan y cisimi sürtünmesiz sistemde serbest bırakılıyor.

y cisimi yere değdiği anda x cisminin hızı kaç m/sn olur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 7,5 B) 10 C) 15 D) 17 E) 18

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.7. İTME VE ÇİZGİSEL MOMENTUM

- 1.7.1. İtme Nedir?
- 1.7.2. Momentum Nedir?
- 1.7.3. İtme ve Momentum Arasındaki İlişki
- 1.7.4. Momentumun Korunumu
- 1.7.5. Momentum – Kinetik Enerji İlişkisi
- 1.7.6. Çarpışmalar
- 1.7.7. Roketler

1.7. İTME VE ÇİZGİSEL MOMENTUM

1.7.1. İTME NEDİR?

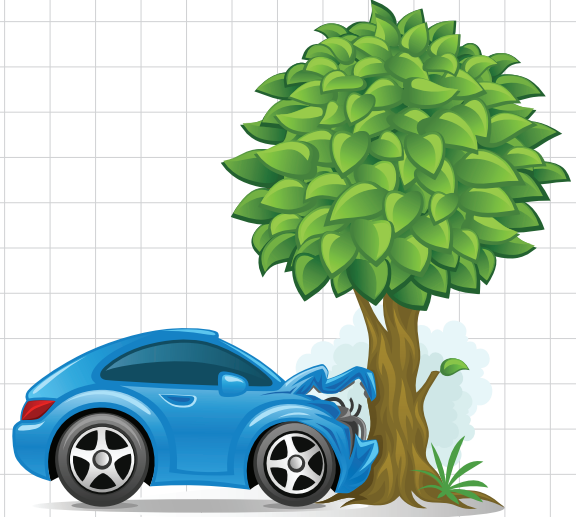
Bir cisme etki eden kuvvet ve kuvvetin etki süresinin çarpımına denir. I ile gösterilir. Birimi N.s ya da kgm/sn'dir. **İtme** **bir büyüklüktür.**

Şekildeki araba ağaca çarptığında Δt sürede durur.

Bu sürede ağaç arabaya $I = F \cdot \Delta t$ kadarlık bir itme uygular.

Bir cisme bir F kuvveti t sürede uygulanırsa cismin değişir. F kuvvetinin ya da t süresinin artması cismin hızındaki değişimi artırır.

İtme, cismin hızında değişim yaratabilen etki olarak da tanımlanır. İtme;



$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

bulunur.

I : İtme (N . sn)

F : Kuvvet (N)

Δt : Kuvvetin uygulandığı süre (sn)

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

1.7.2. MOMENTUM NEDİR?

Hareket hâlindeki bir topu durdurabilmek için bir kuvvet uygularız.

Durdurmak istediğimiz cisim top değil de bir araba olsaydı daha çok kuvvet uygulamamız gerekirdi.

Hareket hâlindeki cisimlerin hızları ile arasındaki ilişkiye denir.

Biz çizgisel momentum yerine sadece momentum kavramını kullanacağız.

Bir cismin kütlesi ile hızının çarpımına denir. P ile gösterilir. bir büyüklüktür. Birimi kgm/sn'dir.

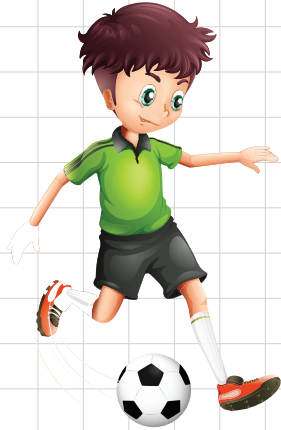
$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \text{ bulunur.}$$

P : Çizgisel momentum (kgm/sn)

m : Cismin kütlesi (kg)

\vec{v} : Cismin hızı (m/sn)

1.7.3. İTME VE MOMENTUM ARASINDAKİ İLİŞKİ



Şekildeki futbolcu topa Δt süresince bir kuvvet uyguladığında duran top bir hız kazanır. Newton'un 2. hareket yasasını kullanarak itme ve momentumdaki değişim ilişkisini bulabiliriz.

$$F = m \cdot a$$

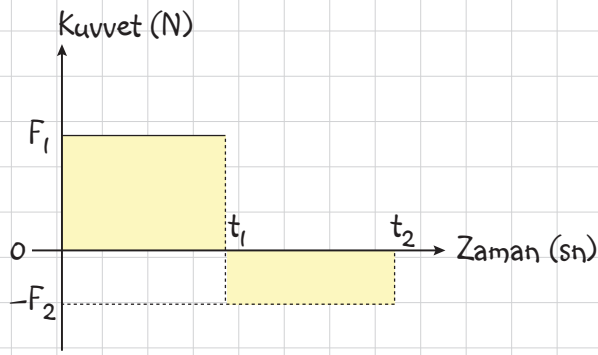
$$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

İtme Momentum Değişimi

$$\text{İtme} = \text{Momentum Değişimi} \Rightarrow \vec{I} = \Delta \vec{p}$$

✓ İtme vektörü, kuvvet vektörü ve momentum değişimi vektörü yönlüdür.



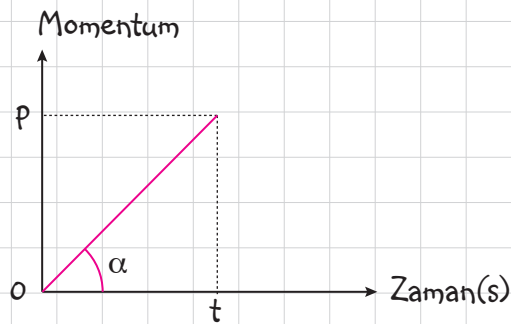
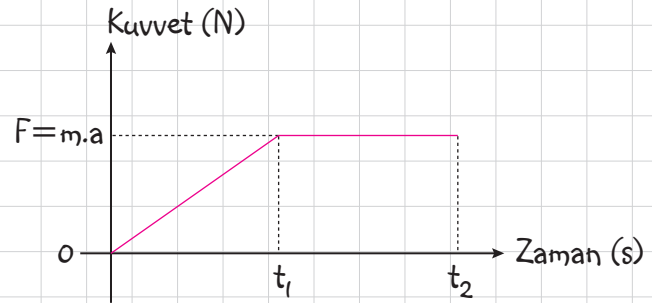
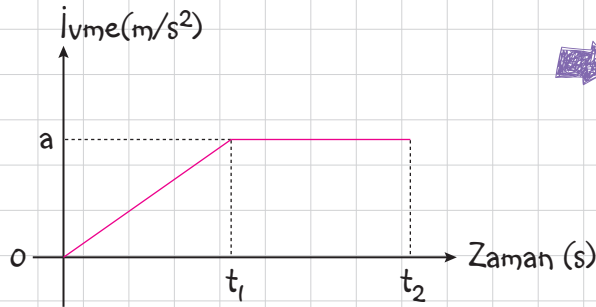
Kuvvet - zaman grafiğinin altındaki alan itmeyi, aynı zamanda cismin değişimi verir.

$$I = \Delta P = F_1 \cdot t_1 + (-F_2 \cdot (t_2 - t_1))$$

I : İtme ΔP : Momentum değişimi

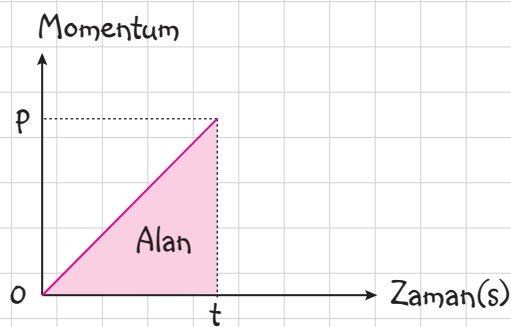


$\vec{F} = m \cdot a$ olduğu için ivme - zaman grafiği, kuvvet - zaman grafiğine çevrilebilir.



Momentum - zaman grafiğinin eğimi verir.

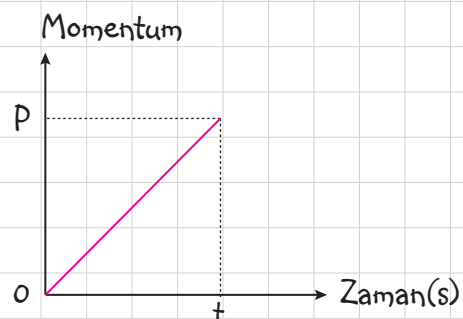
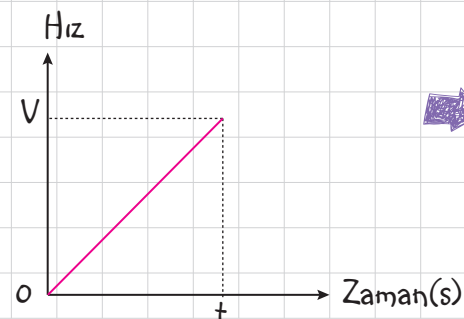
$$\tan \alpha = \frac{\Delta P}{\Delta t} = F$$



Momentum - zaman grafiğinin altında kalan alan, cismin enerjisini verir.

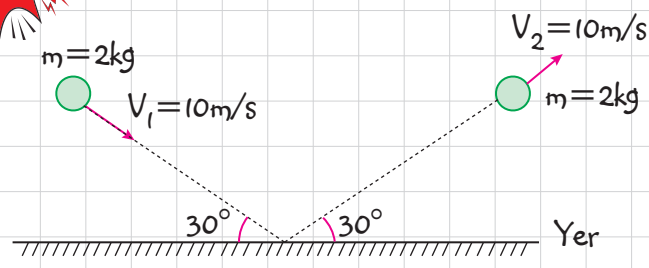


$\vec{p} = m \vec{v}$ olduğu için hız - zaman grafiği, momentum - zaman grafiğine çevrilebilir.





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



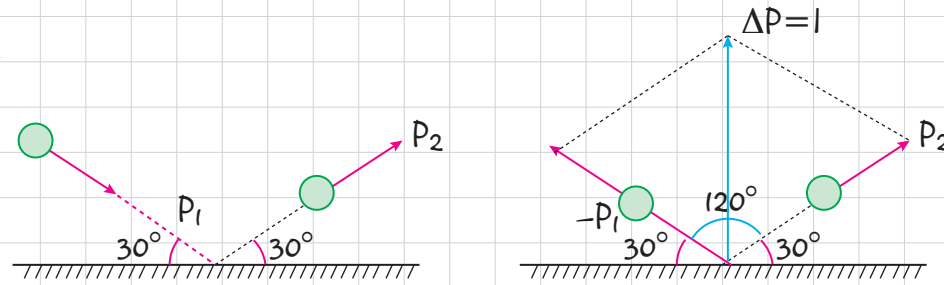
Sürtünmesiz sistemde kütlesi 2 kg olan cisim 10 m/sn hızla yere çarparak şekildeki gibi 10 m/sn hızla yoluna devam ediyor. Yer tarafından cisme etki eden itme kuvveti nedir?

$$(\sin 30 = \frac{1}{2} \quad \cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

Çözüm:

İtme = Momentumdaki değişim ve

$$\vec{I} = \Delta \vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1 \text{ dir.}$$



$$P_1 = m \cdot V_1 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kgm/sn}$$

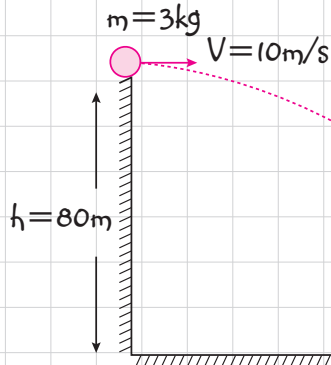
$$P_2 = m \cdot V_2 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kgm/sn}$$

İki vektör eşit ve aradaki açı 120° ise bileşke vektör, vektörlerden birine eşittir. Bu durumda;

$$\Delta P = I = 20 \text{ kgm/sn} \text{ olur. Sonuç: } 20 \text{ kgm/sn}$$

SIRA SİZDE

24

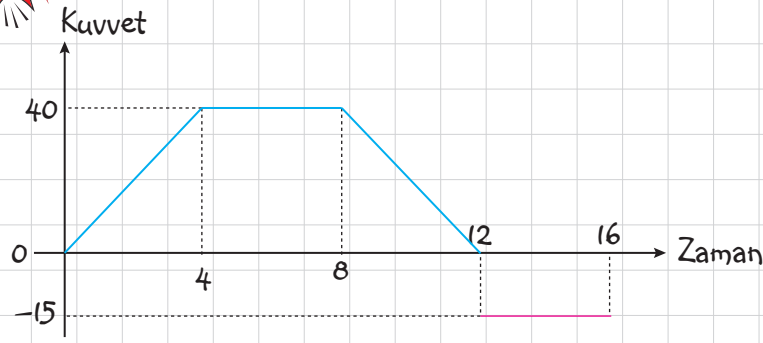


Çözüm:

80 m yükseklikten 10 m/sn hızla yatay olarak atılan cisme çekim kuvvetinin uyguladığı itme kaç N.sn'dir? (Sürtünmeler ihmal edilecektir, $g = 10 \text{ m/sn}^2$)



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



$t = 0$ anında hızı 10 m/sn olan 1 kg kütleli cisme etki eden kuvvet - zaman grafiği şekildeki gibidir.

16 saniye sonunda cismin hızı kaç m/sn olur?

2 Çözüm:

Kuvvet - zaman grafiğinin altındaki alan itmeyi verir.

İtme = Momentumdaki değişimdir.

$$I = \frac{40 \cdot 4}{2} + 40 \cdot 4 + \frac{40 \cdot 4}{2} - 15 \cdot 4 = 260 \text{ kgm/sn olur.}$$

$$I = \Delta P$$

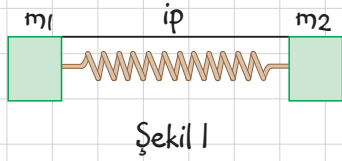
$$260 = m \cdot (V_2 - V_1)$$

$$260 = 1 \cdot (V_2 - 10)$$

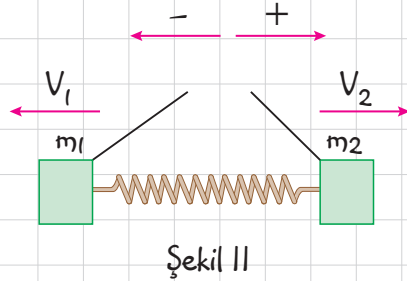
Sonuç: $V_2 = 270 \text{ m/sn}$ olur.

1.7.4. MOMENTUMUN KORUNUMU

Bir sisteme ya da bir cisme dışarıdan bir kuvvet etki etmediği sürece sistemin ya da cismin momentumu



Şekildeki m_1 ve m_2 kütleleri, sıkıştırılmış yayın her iki tarafına konulmuş ve iple birbirine bağlanmıştır. Sistem bu durumda iken momentumu 0'dır.



Aradaki ip koptuğunda cisimler farklı yönlerde hız kazanırlar. Sistemin ilk momentumu 0 olduğu için son momentumu da olmalıdır.

$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son} \quad 0 = m_2 \cdot V_2 - m_1 \cdot V_1 \quad m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$$

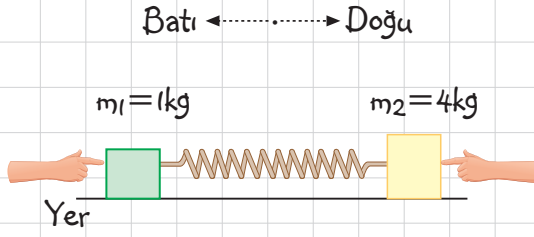
olur.



Momentum olduğu için hesaplamalarda mutlaka hız vektörü yönü ile birlikte kullanılmalıdır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Sürtünmesiz sistemde m_1 ve m_2 kütleleri şekildeki konumda tutuluyor. Cisimler serbest bırakıldığında 1 kg kütleli cisim batı yönünde 8 m/sn hız kazanıyor.

Sistemde sürtünme olmadığına göre, 4 kg'lık m_2 kütlesi hangi yönde hangi hızla hareket eder?

Çözüm:

Momentum korunumundan $\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$ yazabiliriz.

1 Doğu yönündeki hız vektörü (+) alınırsa batı yöndeki hız vektörü (-) alınır.

$\vec{P}_{ilk} = 0$ olduğuna göre;

$$\vec{P}_{ilk} = \vec{P}_{son}$$

$$0 = m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2$$

$$0 = 1 \cdot (-8) + 4 \cdot V_2$$

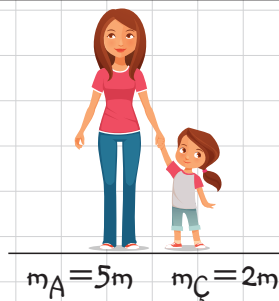
$$8 = 4 \cdot V_2$$

$$V_2 = 2 \text{ m/sn}$$

Hız (+) çıktığı için yön doğrudur.

m_2 kütleli cisim doğu yönünde 2 m/sn hızla hareket eder.

SIRA SİZDE



25

Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde durmakta olan annenin kütlesi 5m, çocuğunun kütlesi 2m'dir.

Anne çocuğunu doğu yönünde itinince çocuğun kazandığı hız 6 m/sn olduğuna göre, annenin hızı hangi yönde kaç m/sn olur?

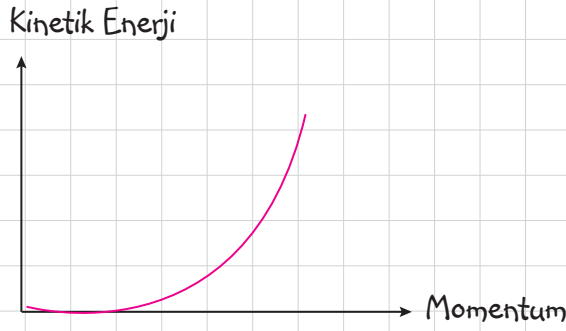
Çözüm:

1.7.5. MOMENTUM – KİNETİK ENERJİ İLİŞKİSİ

Bir cisim bir hıza sahipse hem kinetik enerjisi hem de vardır.

$$\left. \begin{array}{l} E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \\ p = m \cdot V \end{array} \right\} E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \cdot \frac{m}{m} = \frac{p^2}{2m} \text{ bulunur.}$$

Kinetik enerji – momentum grafiği aşağıdaki gibidir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Kütlesi $3m$ ve momentumu P olan cismin kinetik enerjisi E 'dir. Buna göre, kütlesi $5m$ ve momentumu $\frac{P}{2}$ olan cismin kinetik enerjisi kaç E 'dir?

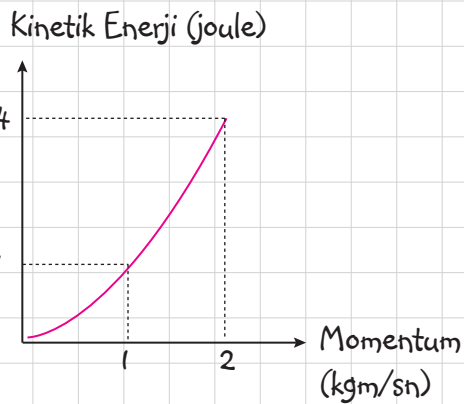
Çözüm:

$$E = \frac{p^2}{2m} \text{ idi.} \Rightarrow E = \frac{p^2}{2 \cdot 3m} \Rightarrow E = \frac{p^2}{6m} \text{ olur.}$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{P}{2}\right)^2}{2 \cdot 5m} = \frac{p^2}{40m} \Rightarrow E_2 = \frac{3E}{20} \text{ olur.}$$

SIRA SİZDE

26



Kinetik enerji – momentum grafiği şekil-
deki gibi olan cismin kütlesi kaç kg 'dir?

Çözüm:

1.7.6. ÇARPIŞMALAR

Çarpışmalardaki kavramları öğrenelim:

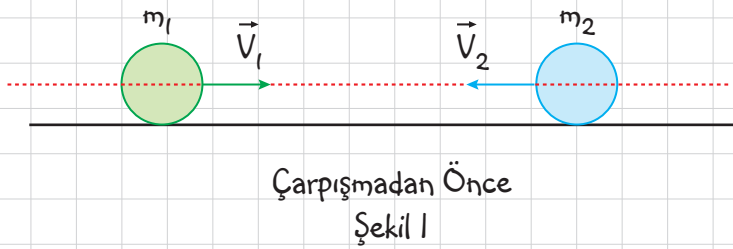
Esnek Çarpışma: Çarpışma sonrasında cisimlerin birbirinden yollarına devam etmesidir.

Esnek Olmayan Çarpışma: Çarpışma sonrası cisimlerin birbirine birlikte hareket etmesidir.

Tek Boyutta Çarpışma: Çarpışan cisimlerin çarpışma öncesi ve çarpışma sonrası merkezlerinin doğru üzerinde olmasıdır.

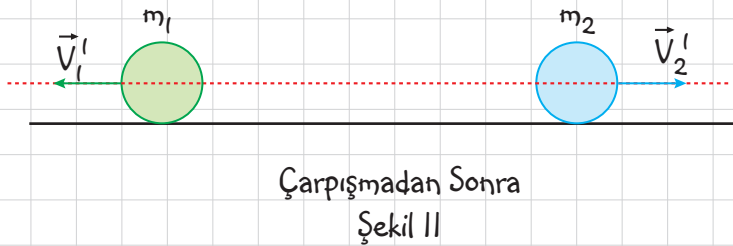
İki Boyutta Çarpışma: Çarpışma öncesi ve çarpışma sonrasında çarpışan cisimlerin merkezlerinin doğru üzerinde olmasıdır.

1. Tek Boyutta (Merkezi) ve Esnek Çarpışma



Çarpışmadan Önce
Şekil I

Cisimlerin çarpışma öncesinde ve çarpışma sonrasında merkezlerinin aynı doğru üzerinde olduğu çarpışma türüdür.



Çarpışmadan Sonra
Şekil II

Bu çarpışmalarda momentum, ve hız korunur.

a) **Momentum korunur.** Çarpışma öncesindeki momentum vektörü toplamı, çarpışma sonrası momentum vektörü toplamına eşittir.

$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$$
$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = m_1 \vec{V}_1' + m_2 \vec{V}_2'$$

V_1 : m_1 kütleli cismin ilk hızı

V_1' : m_1 kütleli cismin çarpışmadan sonraki hızı

V_2 : m_2 kütleli cismin ilk hızı

V_2' : m_2 kütleli cismin çarpışmadan sonraki hızı

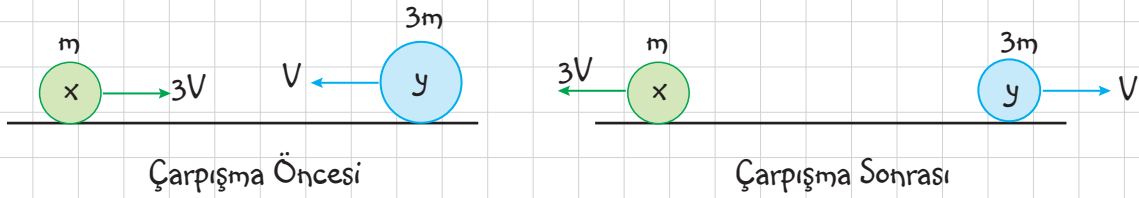
b) **Kinetik enerji korunur.** Cisimlerin çarpışma öncesindeki kinetik enerjilerinin toplamı, çarpışma sonrasındaki kinetik enerji toplamına eşit olur.

$$\frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 = \frac{1}{2} m_1 (V_1')^2 + \frac{1}{2} m_2 (V_2')^2$$

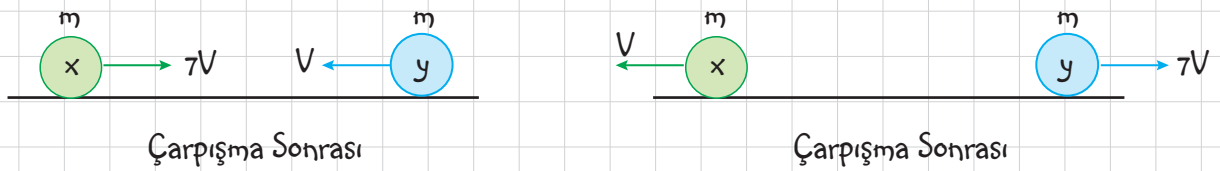
c) **Hızlar korunur.** Çarpışan cisimlerden birinin çarpışma öncesi hızı ile çarpışma sonrası hızının toplamı, çarpışan diğer cismin çarpışma öncesi hızı ile çarpışma sonrası hızının vektörel toplamına eşittir.

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_1' = \vec{V}_2 + \vec{V}_2'$$

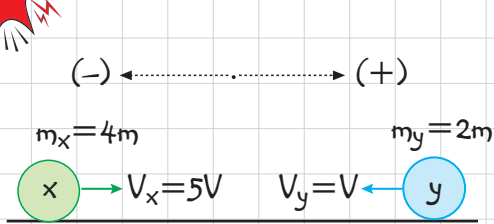
✓ Tek boyutta (merkezi) esnek çarpışan cisimlerin momentumları, çarpışma sonrası cisimler aynı hızlarla geri dönerler.



✓ Tek boyutta (merkezi) esnek çarpışan cisimler özdeş ve ise cisimler çarpışma sonrasında birbirlerinin hızlarını alırlar.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Kütleleri $4m$ ve $2m$ olan x ve y cisimleri $5V$ ve V hızlarıyla birbirlerine doğru gelmektedir.

Cisimler tek boyutta ve esnek çarpışma yaptıklarına göre, çarpışmadan sonra hızlarının büyüklüğü ve yönü nedir? (Yatay düzlem sürtünmesizdir.)

Çözüm:

Tek boyutta esnek çarpışmada momentum korunur.

$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$$

$$5V \cdot 4m - 2m \cdot V = 4m V_1' + 2m V_2'$$

$$18mV = 4mV_1' + 2mV_2'$$

$$18V = 4V_1' + 2V_2' \quad (1)$$

Hızlar korunur.

$$5V + V_1' = -V + V_2'$$

$$6V = V_2' - V_1' \quad (2)$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

① ve ② denklemleri birlikte çözülrse;

$$18V = 4V_1' + 2V_2'$$

$$-2/6V = V_2' - V_1'$$

$$18V = 4V_1' + 2V_2'$$

$$+ -12V = -2V_2' + 2V_1'$$

$$6V = 6V_1'$$

$$V_1' = V \text{ olur.}$$

2

② denkleminde $V_1' = V$ yerine konulursa;

$$6V = V_2' - V_1'$$

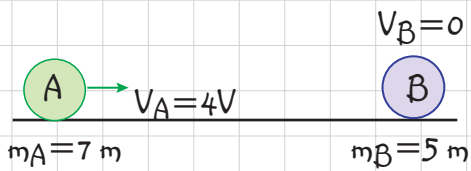
$$6V = V_2' - V$$

$$V_2' = +7V$$

4m kütleli x cismi, (+) yönde V hızı ile hareket eder.

2m kütleli y cismi, (+) yönde 7V hızı ile hareket eder.

SIRA SİZDE



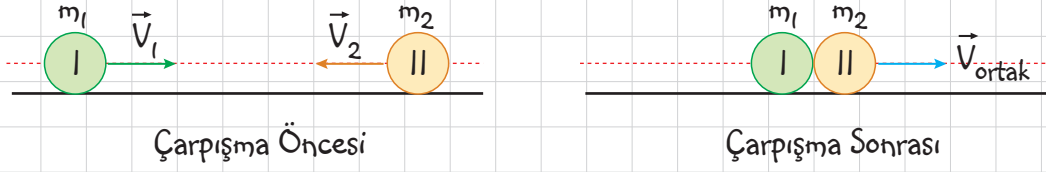
27

Kütlesi 7m hızı 4V olan A cismi, durmakta olan kütlesi 5m olan B cisminin merkezi ve esnek çarpıyor. Cisimlerin çarpışmadan sonraki hızlarının yönü ve büyüklüğü ne olur?

Çözüm:

II. Tek Boyutta (Merkezi) ve Esnek Olmayan Çarpışma

Merkezleri aynı doğrultuda olan cisimlerin çarpıştıktan sonra hareket ettiği çarpışmalardır.



Bu çarpışmalarda sadece korunur.

$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$$

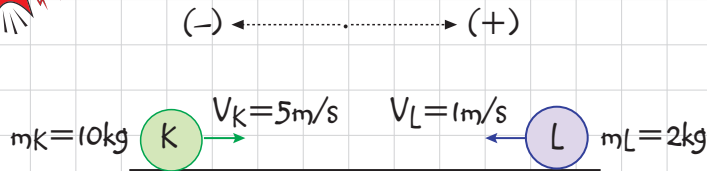
$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{V}_{ort}$$

✓ Ortak hız, daima çarpışma öncesindeki momentum yönündedir.

✓ Esnek olmayan çarpışmada enerji kaybı olur.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Kütleleri 10 kg ve 2 kg olan K ve L cisimleri sırasıyla $V_K = 5 \text{ m/sn}$ ve $V_L = 1 \text{ m/sn}$ hızlarla birbirlerine doğru gelmektedir.

Cisimler tek boyutta esnek olmayan çarpışma yaptıklarına göre, çarpışma sonrasında cisimlerin sahip olduğu ortak hız kaç m/sn ve hangi yöndedir?

Çözüm:

Esnek olmayan çarpışmada momentum korunur.

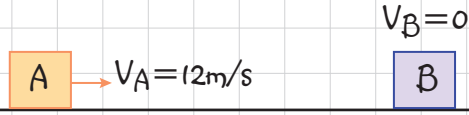
$$\begin{aligned} \vec{p}_{ilk} &= \vec{p}_{son} \\ m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 &= (m_1 + m_2) \cdot \vec{V}_{ort} \\ 10 \cdot 5 - 2 \cdot 1 &= (10 + 2) \cdot V_{ort} \\ +48 &= 12V_{ort} \end{aligned}$$

$$V_{ort} = +4 \text{ m/sn}$$

Cisimler (+) yönde 4 m/sn hızla hareket ederler.

SIRA SİZDE

(-) ← → (+)



28. Kütleleri 4 kg olan A cismi ile kütleleri 2 kg olan B cismi, merkezi ve esnek olmayan çarpışma yapıyor. Çarpışmadan sonra cisimlerin ortak hızı hangi yönde ve kaç m/sn'dir? (Yüzey sürtünmesizdir.)

Çözüm:

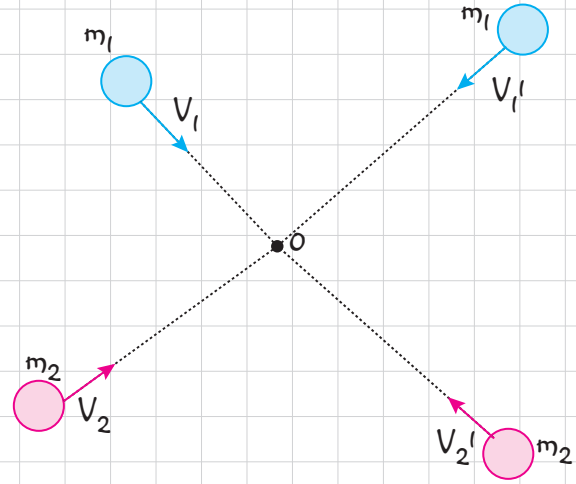
III. İki Boyutta (Merkezi Olmayan) ve Esnek Çarpışma

Farklı doğrultularda birbirine doğru gelen cisimlerin bir noktada çarpıştıktan sonra yine birbirlerinden doğrultuda yollarına devam ettiği çarpışma türüdür.

Bu tür çarpışmalarda;

a) Momentum korunur.

Çarpışma öncesi cisimlerin momentum toplamı, çarpışma sonrası cisimlerin momentum vektörleri toplamına eşittir.



$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$$
$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = m_1 \vec{V}_1' + m_2 \vec{V}_2'$$

b) Kinetik enerji korunur.

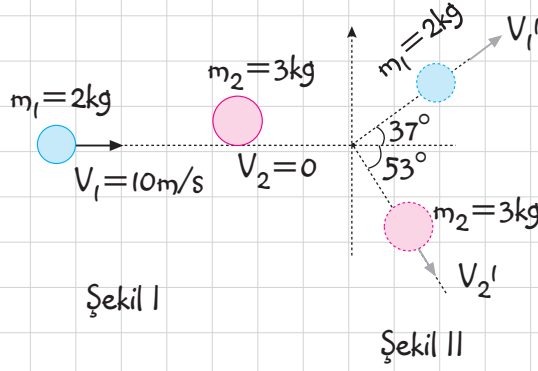
$$\frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 = \frac{1}{2} m_1 (V_1')^2 + \frac{1}{2} m_2 (V_2')^2$$



Merkezi olmayan ve esnek çarpışma yapan iki özdeş cisimden biri ise son hız vektörleri birbirine dik olur.



GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekil I'deki gibi 10 m/sn hızla gelen 2 kg kütleli bir top, durmakta olan 3 kg kütleli cisme çarpıyor.

Çarpışma sonrası cisimlerin hareket yönleri Şekil II'deki gibi olduğuna göre, cisimlerin çarpışmadan sonraki hızları V_1' ve V_2' nedir?

$$\begin{aligned}(\sin 37^\circ &= \cos 53^\circ = 0,6 \\ \cos 37^\circ &= \sin 53^\circ = 0,8)\end{aligned}$$

Çözüm:

İki boyutta esnek çarpışmalarda momentum korunur.

$$\vec{p}_{\text{ilk}} = \vec{p}_{\text{son}}$$

$$\vec{p}_{\text{ilk}} = m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2$$

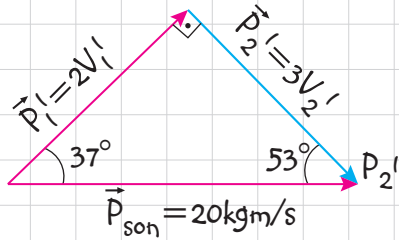
$$\vec{p}_{\text{ilk}} = 10 \cdot 2 + 3 \cdot 0$$

$$\vec{p}_{\text{ilk}} = 20 \text{ kgm/sn olur. } \vec{p}_{\text{ilk}} \text{ yönü ise doğu yönündedir.}$$

Çarpışma sonrası cisimlerin momentum vektörleri toplamı da doğu yönünde ve 20 kgm/sn olmalıdır.

$$\vec{p}_{\text{son}} = 20 \text{ kgm/sn}$$

Sistemin son momentum toplamı şekildeki gibi olmalıdır.



$$\vec{p}_1' + \vec{p}_2' = \vec{p}_{\text{son}} = 20 \text{ kgm/sn olmalı.}$$

$$|p_1'| = p_{\text{son}} \cdot \cos 37^\circ = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ kgm/sn}$$

$$|p_2'| = p_{\text{son}} \cdot \cos 53^\circ = 20 \cdot 0,6 = 12 \text{ kgm/sn bulunur.}$$

$$|p_1'| = m_1 \cdot V_1'$$

$$|p_2'| = m_2 \cdot V_2'$$

$$16 = 2 \cdot V_1'$$

$$12 = 3 \cdot V_2'$$

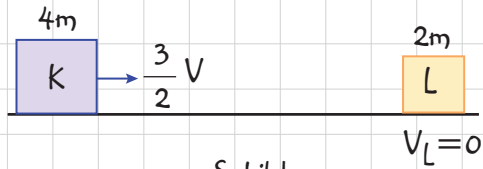
$$V_1' = 8 \text{ m/sn}$$

$$V_2' = 4 \text{ m/sn bulunur.}$$

Sonuç: $V_1' = 8 \text{ m/sn}$

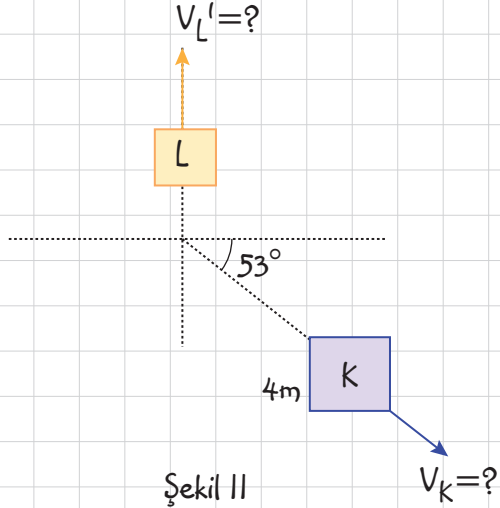
Sonuç: $V_2' = 4 \text{ m/sn}$

SIRA SİZDE



Şekil I

29



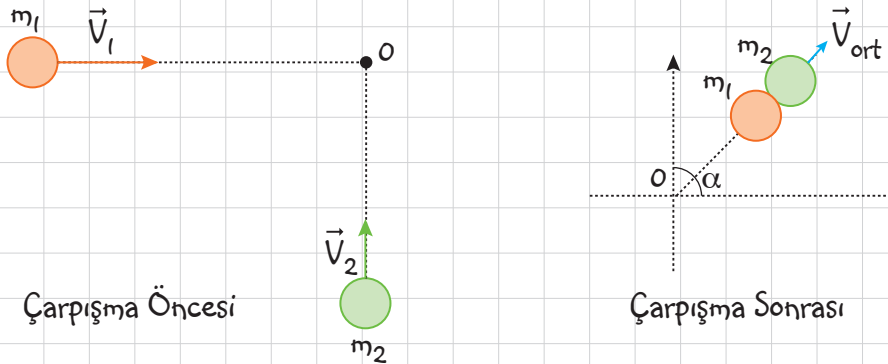
Şekil II

4m kütleli K cismi, durmakta olan L cismi ile merkezi olmayan esnek çarpışma yapıyor. Çarpışma sonrasında cisimler Şekil II'deki gibi hareket ettiklerine göre V_K' ve V_L' hızlarının büyüklüğü kaç V olur? ($\sin 53 = \cos 37 = 0,8$
 $\cos 53 = \sin 37 = 0,6$)

Çözüm:

IV. İki Boyutta (Merkezi Olmayan) ve Esnek Olmayan Çarpışma

Farklı doğrultuda birbirlerine doğru gelen cisimlerin bir noktada çarpışıp hareket ettikleri çarpışma türüdür.



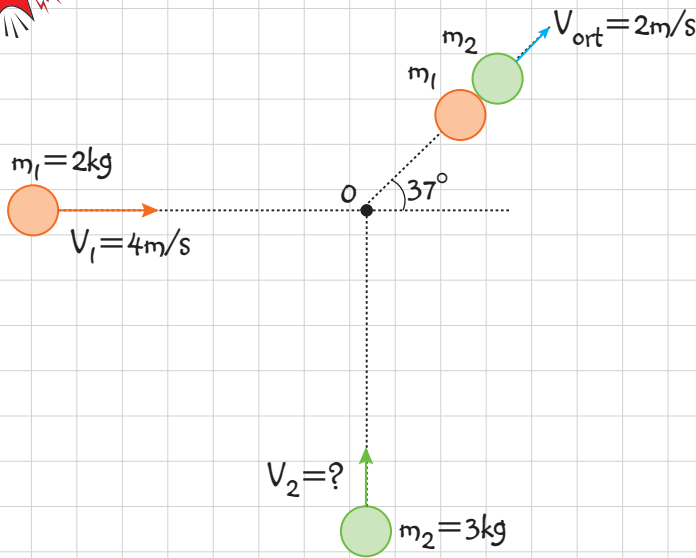
Bu tür çarpışmada korunur.

$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$$

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{V}_{ort}$$



GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

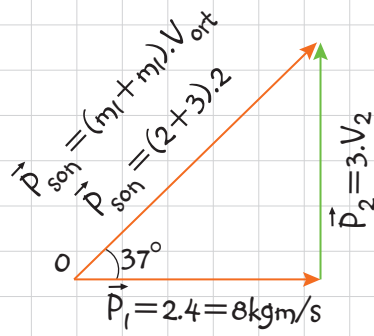


Yatay ve sürtünmesiz düzlemde birbirine dik doğrultuda 4 m/sn ve V_2 hızları ile gelen $m_1 = 2\text{kg}$ ve $m_2 = 3\text{kg}$ kütleli cisimler O noktasında çarpışıp kenetlenerek şekildeki gibi 2m/sn hızla yollarına devam ediyorlar.

Buna göre çarpışma öncesi V_2 hızı kaç m/sn'dir? ($\sin 37 = 0,6$ $\cos 37 = 0,8$)

Çözüm:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{\text{ilk}} = \vec{p}_{\text{son}}$$



$$\vec{p}_{\text{son}} = (m_1 + m_2) \cdot V_{\text{ort}} \\ = (2 + 3) \cdot 2$$

$$\vec{p}_{\text{son}} = 10 \text{ kgm/sn}$$

$$\vec{p}_2 = \vec{p}_{\text{son}} \cdot \sin 37 \text{ olmalıdır.}$$

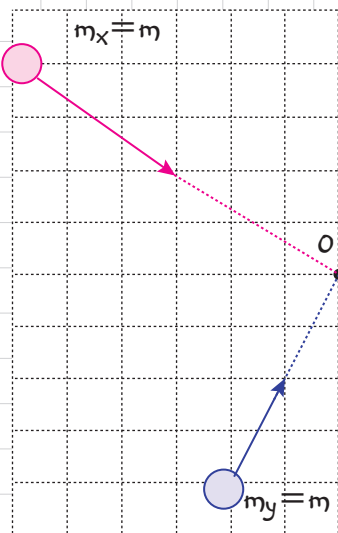
$$3 \cdot V_2 = 10 \cdot 0,6$$

$$V_2 = 2 \text{ m/sn bulunur.}$$

Sonuç: $V_2 = 2 \text{ m/sn}$

SIRA SİZDE

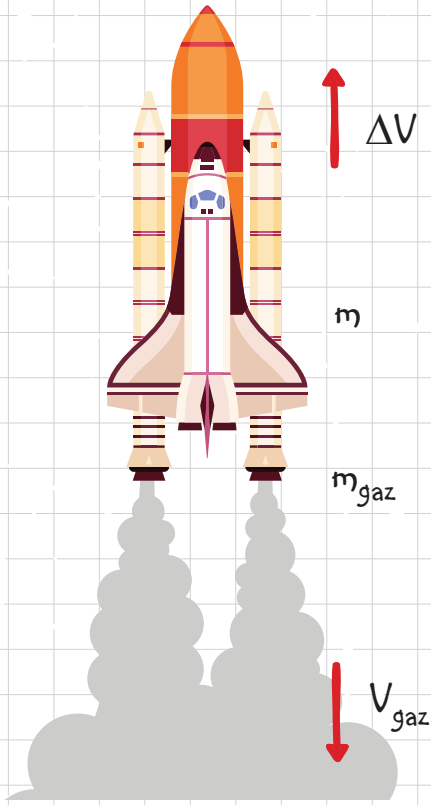
30



Kütleleri m olan x ve y cisimleri, yatay ve sürtünmesiz düzlemde belirtilen hızlarla hareket etmektedirler. Cisimler O noktasında çarpışıp kenetlendiğine göre, çarpışmadan sonra cisimlerin hız vektörünü çizin. (Birimkareler özdeştir.)

Çözüm:

1.7.7. ROKETLER



Roketler, roket tanklarındaki gazların yakılıp atılması sonucu momentum korunumu ilkesine göre atılan gazın tersi yönünde hızlanırlar.

Momentumun korunumu ilkesine göre;

$$m\Delta\vec{V} = m_{\text{gaz}} \cdot \vec{V}_{\text{gaz}} \text{ yazılabilir.}$$

m : Gaz çıktıktan sonra roketin kütlesi

ΔV : Roketin hızındaki değişim

m_{gaz} : Gazın kütlesi

V_{gaz} : Gazın hızı



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Toplam kütlesi 3000 kg olan bir roket hızı, 500 m/sn'ye çıktığı anda 600 kg yakıtı 1600 m/sn hızla yakarak atıyor.

Yakıt atıldıktan sonra roketin hızı ne olur? (Sistem sürtünmesizdir.)

Çözüm:

$$m \cdot \Delta\vec{V} = m_{\text{gaz}} \cdot \vec{V}_{\text{gaz}}$$

$$2400 \cdot (V_2 - 500) = 600 \cdot 1600$$

$$4V_2 - 2000 = 1600$$

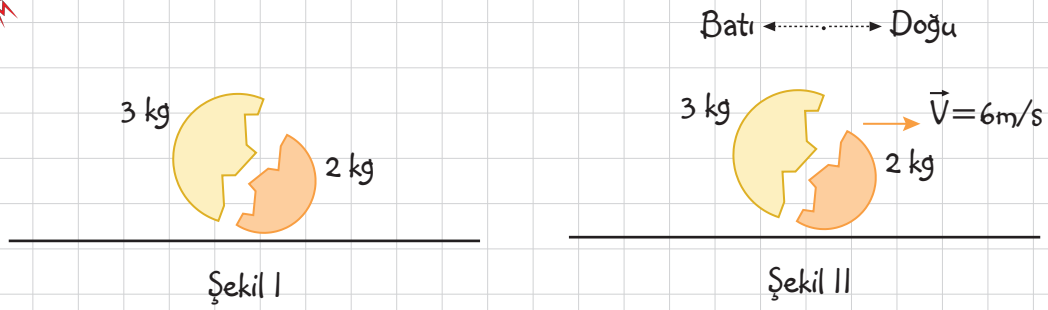
$$4V_2 = 3600$$

$$V_2 = 900 \text{ m/sn}$$

Sonuç: $V_2 = 900 \text{ m/sn}$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Yatay ve sürtünmesiz düzlemde durmakta olan 5 kg kütleli bir cisim, bir iç patlama sonucu 3 kg'lık ve 2 kg'lık iki parçaya ayrılıyor.

2 kg kütleli parça Şekil II'deki gibi doğu yönünde 6 m/sn hızla hareket ettiğine göre, 3 kg kütleli parça hangi yönde hangi hızla hareket eder?

Çözüm:

Cisim patlama öncesinde durduğu için momentumu 0'dır. Patlama sonundaki momentum toplamı da 0 olmalıdır. Doğu yönü (+) kabul edelim;

$$\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$$

$$0 = 6 \cdot 2 + 3V_2$$

$$3 \cdot V_2 = -12$$

$$V_2 = -4 \text{ m/sn}$$

3 kg kütleli cisim (-) Batı yönünde 4 m/sn hızla yoluna devam eder.

Sonuç: Batı yönünde 4 m/sn hızla hareket eder.

SIRA SİZDE

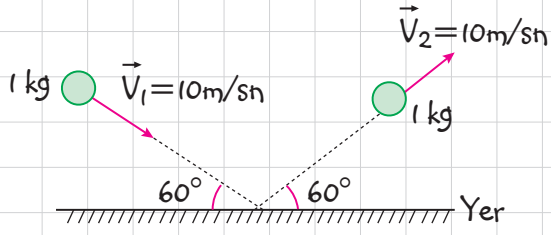
Kütlesi 3 kg olan bir cisim yerden 40 m/sn hızla düşey yukarı yönde atılıyor. Cisim atıldıktan 3 saniye sonra bir iç patlama sonucu 3 eşit parçaya ayrılıyor.

- 31 Parçalardan biri 10 m/sn hızla doğu yönünde giderken, diğeri 20 m/sn hızla batı yönünde hareket ediyor. Buna göre 3. parça hangi yönde kaç m/sn hızla hareket etmelidir? (Hava sürtünmeleri önemsizdir.)

Çözüm:

TEST 9

1.

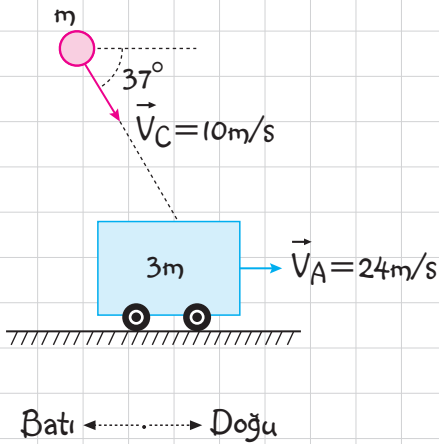


Kütlesi 1 kg olan cisim şekildeki gibi yere 10 m/sn hızla çarptıktan sonra yine 10 m/sn hızla yerden ayrılıyor. Cisim ile yer arasındaki etkileşme süresi 0,2 saniye sürdüğüne göre, yerin cisme uyguladığı ortalama kuvvet kaç N olur?

$$\left(\cos 60 = \frac{1}{2} \quad \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

- A) 10 B) 30 C) $30\sqrt{3}$
D) $50\sqrt{3}$ E) 50

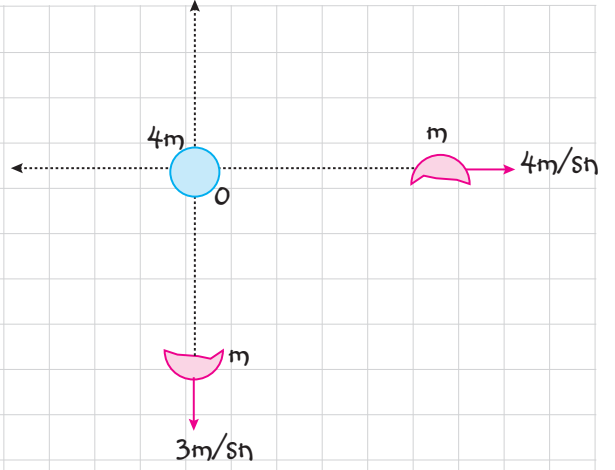
2.



Doğu yönünde gitmekte olan 3 m kütleli arabanın hızı 24 m/sn'dir. Kütlesi m olan bir cisim 10 m/sn hızla şekildeki gibi düşerek arabaya yapışıyor. Cisim arabaya yapıştıktan sonra sistemin hızı kaç m/sn olur?

- A) 10 B) 15 C) 20 D) 25 E) 30

3.



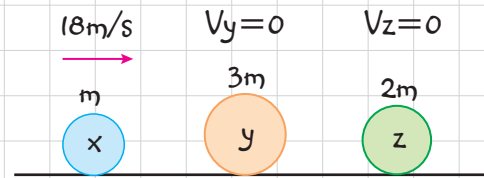
Yatay ve sürtünmesiz düzlemde şekildeki gibi 0 noktasında durmakta olan 4m kütleli cisim bir iç patlama sonucu parçalara ayrılıyor.

Kütlesi m olan parçalardan biri 4 m/sn diğeri 3 m/sn hızlarla birbirlerine dik olarak şekildeki gibi hareket ediyorlar.

Buna göre 3. parçanın hızının büyüklüğü kaç m/sn olmalıdır?

- A) 1 B) 1,2 C) 2 D) 2,2 E) 2,5

4.



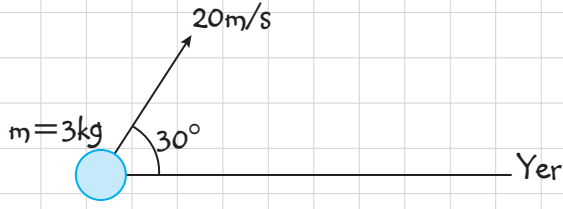
Yatay ve sürtünmesiz yüzeyde x, y, z cisimlerinden y ve z durmakta, x ise 18 m/sn hızla şekildeki gibi y cismine doğru hareket etmektedir.

x cismi önce y'ye çarparak yapışıyor, sonra x ve y birlikte z'ye yapışarak V ortak hızıyla birlikte hareket ediyor. Sistemin V ortak hızı kaç m/sn'dir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

TEST 9

5.

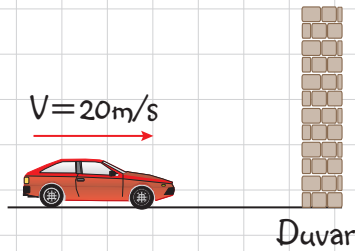


Kütlesi 3 kg olan cisim, sürtünmesiz ortamda yatayla 30° açı yapacak şekilde eğik atılıyor.

Cismin hareketi süresince yer çekim kuvvetinin cisme uyguladığı itme kuvveti aşağıdakilerden hangisidir? ($g = 10 \text{ m/sn}^2$)

- A) $\longrightarrow 60 \text{ N.sn}$ B) $\downarrow 60 \text{ N.sn}$
 C) $\uparrow 40 \text{ N.sn}$ D) $\longleftarrow 40 \text{ N.sn}$
 E) $\uparrow 60 \text{ N.sn}$

6.

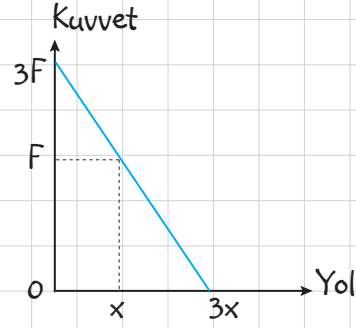


Kütlesi 1,2 kg olan oyuncak araba, sürtünmesiz düzlemde sabit 20 m/sn hızla düşey duvara çarpıp 5 m/sn hızla geri dönüyor.

Oyuncak arabanın duvarla etkileşim süresi $0,3 \text{ sn}$ sürdüğüne göre duvarın cisme uyguladığı ortalama kuvvet kaç N'dur?

- A) 70 B) 75 C) 85 D) 95 E) 100

7.



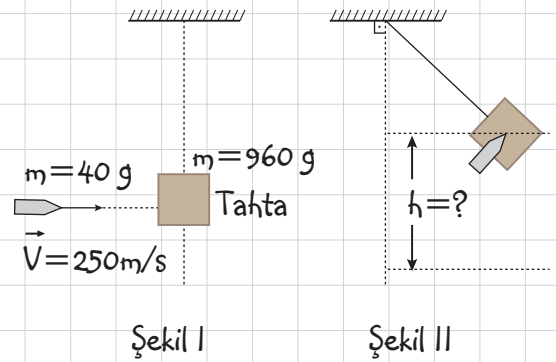
Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan bir cisme etki eden kuvvetin yola bağlı grafiği şekildeki gibidir.

Cisim x yolunu aldığı anda momentumu P_1 , $3x$ yolunu aldığı anda momentumu P_2 'dir.

Buna göre $\frac{P_1}{P_2}$ oranı nedir?

- A) $\frac{\sqrt{2}}{3}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ D) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ E) $\frac{2}{4}$

8.



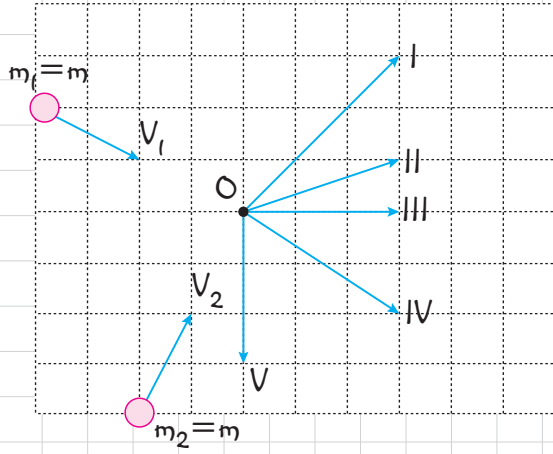
Kütlesi 40 g olan bir mermi 250 m/sn hızla Şekil I'deki gibi, asılı duran kütlesi 960 g olan bir tahta bloğa çarpıyor ve birlikte Şekil II'deki gibi h kadar yükseliyorlar.

Buna göre h yüksekliği kaç m'dir?

- A) 2 B) 5 C) 6 D) 7 E) 8

TEST 9

9.

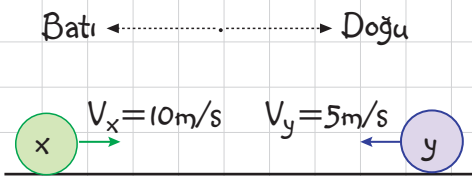


Kütleleri eşit I ve II cisimleri, V_1 ve V_2 hızları ile O noktasında yapışıyorlar.

Cisimler yapıştıktan sonra hangi doğrultuda hareket ederler? (Birimkareler özdeştir.)

- A) V B) IV C) III D) II E) I

10.

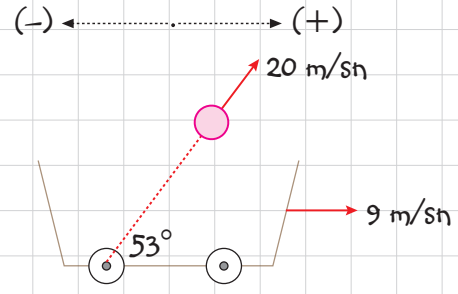


Sürtünmesiz yatay düzlemde birbirlerine doğru sırasıyla 10 m/sn ve 5 m/sn hızlarla gelen x ve y cisimlerinin kütleleri eşit ve 3 kg'dır.

Cisimler esnek çarpışma yaptıklarına göre çarpışma sonrası y cisminin hızı ve yönü ne olur?

- A) Doğu: 10 m/sn B) Batı: 10 m/sn
C) Batı: 5 m/sn D) Doğu: 5 m/sn
E) Doğu: 3 m/sn

11.

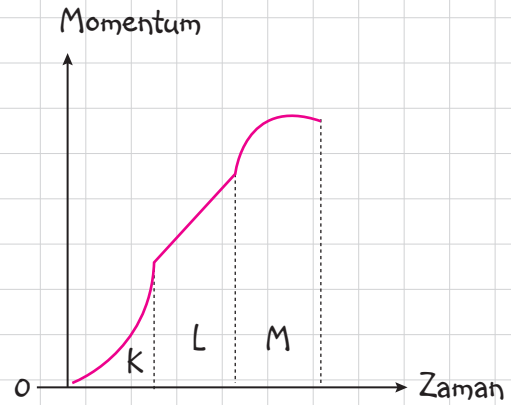


Sürtünmesiz yolda 4 kg kütleli araba, içinde 2 kg'lık cisim varken 9 m/sn hızla hareket etmektedir.

2 kg kütleli cisim şekildeki gibi arabaya göre 20 m/sn hızla atıldığına göre cisim atıldıktan sonra arabanın hızı hangi yönde kaç m/sn olur?

- A) - yönde 8 B) + yönde 8
C) - yönde 12 D) + yönde 12
E) + yönde 14

12.



Bir cismin momentum - zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre;

- I. K aralığında cisme etki eden net kuvvet artmaktadır.
 - II. L aralığında cisme net bir kuvvet etki etmemiştir.
 - III. M aralığında cisme etki eden net kuvvet sabittir.
- yargularından hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III B) II ve III
C) I ve III D) I ve II
E) Yalnız I

ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.8. TORK VE DENGE

1.8.1. Tork Nedir?

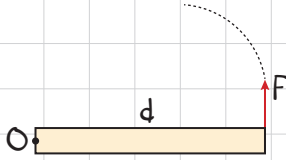
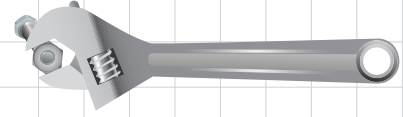
1.8.2. Tork Vektörünün Yönü (Sağ El Kuralı)

1.8.3. Cisimlerin Denge Şartları

1.8. TORK VE DENGE

1.8.1. TORK NEDİR?

Kuvvetin cisimleri döndürme etkisine **tork** denir. τ ile gösterilir. bir büyüklüktür. Birimi N.m'dir. Bir kapıyı açmak, su şişesini açmak, direksiyon çevirmek, vidayı çevirerek yerinden çıkarmak kuvvetin döndürme etkisi ile yani ile oluşur.



Şekildeki d uzunluğundaki çubuğu, F kuvveti etkisi ile O noktası etrafında döndürebiliriz.

Torkun büyüklüğü;

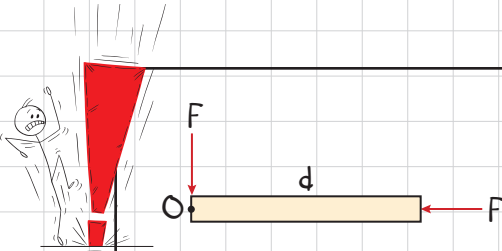
$$\vec{\tau} = \vec{F} \cdot d$$

ile bulunur.

$\vec{\tau}$ = Torkun büyüklüğü (N . m)

\vec{F} = Cisme uygulanan kuvvet (N)

d = Kuvvetin dönme noktasına olan uzaklığı (m)

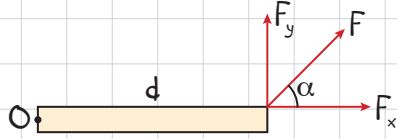


Kuvvet ya da kuvvetin uzantısı dönme noktasından geçiyorsa, kuvvetin döndürücü etkisi Şekildeki kuvvetlerin O noktasına göre torku O 'dır.



Kuvvet dönme noktasına göre dik uygulanmamışsa kuvvetin bileşenleri bulunur. Dönme noktasına dik bileşen, cismi döndüren kuvvettir.

1. Yöntem

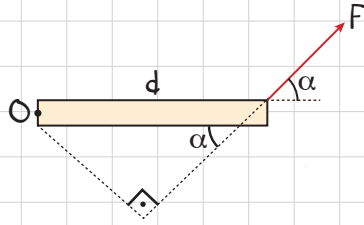


$$\vec{\tau} = \vec{F} \cdot \sin\alpha$$

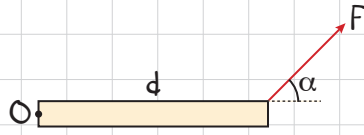
$$\vec{\tau} = \vec{F}_y \cdot d = \vec{F} \cdot \sin\alpha \cdot d$$

2. Yöntem

Kuvvet dönme noktasına dik uygulanmamışsa kuvvetin uzantısını dönme noktasına dik birleştiren doğrunun büyüklüğü, kuvvetin dönme noktasına olan dik uzaklıktır.



$$\vec{\tau} = \vec{F} \cdot d \cdot \sin\alpha$$



Torkun büyüklüğü uygulanan kuvvetin, kuvvetin dönme noktasına olan ve de α açısının sinüs değerine bağlıdır.

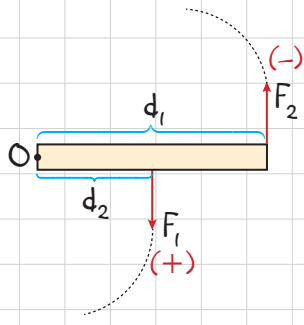
Tork sabit kalmak şartıyla kuvvetin en küçük değerinde, kuvvetin uygulama noktası ile dönme noktası arası uzaklık en büyük değerini alır.



Bir cisme birden fazla kuvvet etki ederse toplam torku bulmak için her bir kuvvetin ayrı ayrı torkları bulunur ve toplanır.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





Şekildeki d uzunluğundaki çubuğu F_1 kuvveti saat ibresi yönünde, F_2 kuvveti ise saat ibresinin tersi yönünde döndürür. Tork yönleri olduğu için saat ibresi yönüne (+) dersek saat ibresinin tersi (-) yön olur.

O noktasına göre toplam tork,

$$\vec{\tau} = \vec{F}_1 \cdot d_1 - \vec{F}_2 \cdot d_2 \text{ ile bulunur.}$$

İşlem sonucu (+) çıkarsa cisim saat ibresi yönünde döner. (-) çıkarsa cisim saat ibresinin tersi yönünde döner.

$\vec{\tau}_O = O$ noktasına göre toplam tork

$\vec{F}_1 =$ Kuvvet

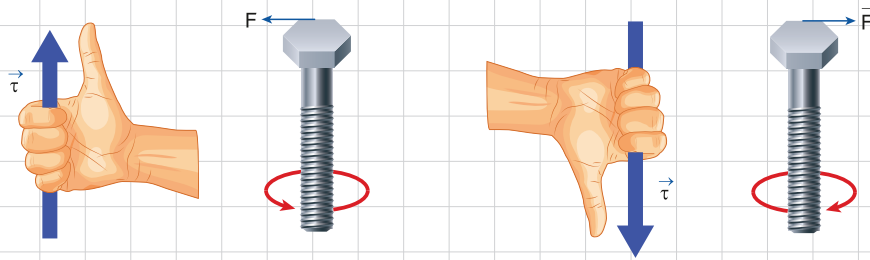
$\vec{F}_2 =$ Kuvvet

$d_1 = F_1$ kuvvetinin dönme noktasına dik uzaklığı

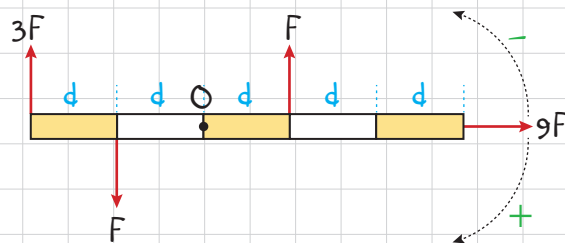
$d_2 = F_2$ kuvvetinin dönme noktasına dik uzaklığı

1.8.2. TORK VEKTÖRÜNÜN YÖNÜ (SAĞ EL KURALI)

Tork vektörel bir büyüklüktür. Torkun sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin 4 parmağını cismin dönme yönünü gösterecek şekilde kıvrıdığımızda dört parmağa açılan başparmak torkun yönünü verir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



O noktası etrafında dönebilen çubuğa şekildeki kuvvetler etki ediyor.

Buna göre;

a) Çubuk hangi yönde döner?

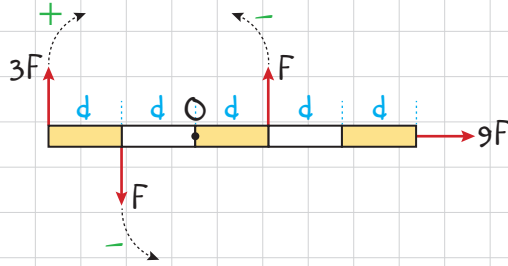
b) O noktasına göre toplam torkun büyüklüğü kaç $F \cdot d$ 'dir?



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Çözüm:

a) O noktasına göre toplam tork büyüklüğünü bulalım.

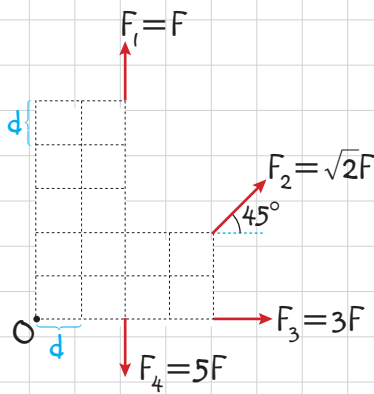


Öncelikle kuvvetlerin O noktasına göre çubuğu döndürme yönlerini belirleyelim.

$$\tau_O = +3F \cdot 2d - F \cdot d - F \cdot d = +4Fd$$

Toplam tork (+) çıktığı için çubuk (+) yönde döner.

b) Toplam torkun büyüklüğü $|\tau| = 4Fd$ olur.



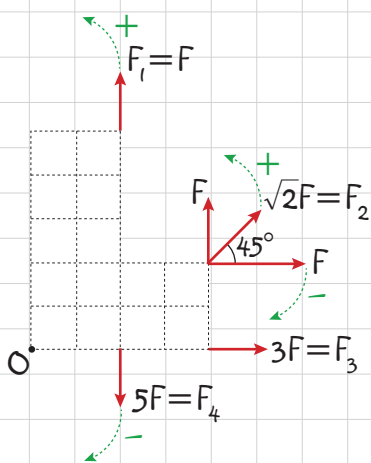
Düzgün türdeş karelerden oluşmuş türdeş levha O noktası etrafında dönebilmektedir.

Levhaya F_1 , F_2 , F_3 ve F_4 kuvvetleri şekildeki gibi aynı anda uygulanıyor.

F_1 kuvvetinin O noktasına göre torku τ olduğuna göre O noktasına göre toplam tork kaç τ dur? (Birimkareler özdeştir.)

Çözüm:

2



F_2 kuvvetini bileşenlerine ayıralım ve her kuvvetin O noktasını döndürme yönünü bulalım. Saat ibresinin dönme yönünü (-), tersini ise (+) alalım.

F_1 kuvvetinin torku $\tau = F \cdot 2d$ verilmiş.

$$\tau_O = +F \cdot 2d + F \cdot 4d - F \cdot 2d - 5F \cdot 2d$$

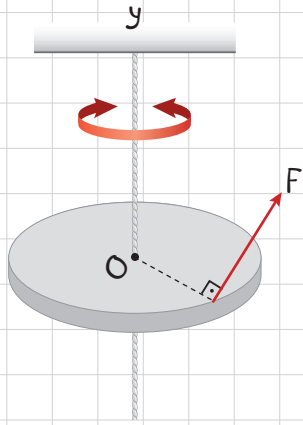
$$\tau_O = -6F \cdot d$$

$\tau = F \cdot 2d$ yerine yazılırsa O noktasına göre toplam tork $\tau_O = -3\tau$ olur.



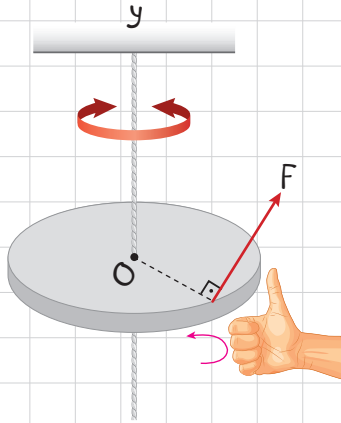
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

3



Şekildeki disk, y eksenini etrafında dönmektedir. Buna göre torkun yönünü bulunuz.

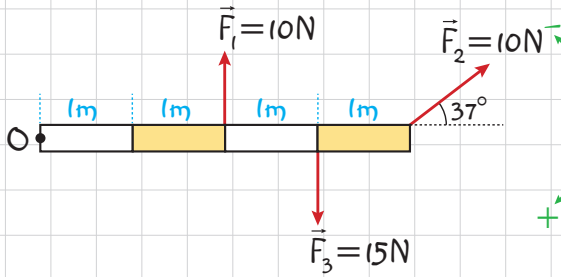
Çözüm:



Sağ elin dört parmağı dönme yönünü gösterecek şekilde tutulduğunda, açılan başparmak torkun yönünü gösterir. Torkun yönü $(+y)$ 'dir.

SIRA SİZDE

32



Şekildeki 4 m uzunluğundaki çubuğa F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri aynı anda etki etmektedir.

Çubuk O noktası etrafında dönebildiğine göre O noktasına göre toplam tork kaç $N.m$ 'dir?

($\sin 37 = 0,6$, $\cos 37 = 0,8$)

Çözüm:

1.8.3. CİSİMLERİN DENGESİ ŞARTLARI

Cisimlerin hareketini öteleme (yer değiştirme), dönme ve dönerek ötelenme olarak ayırabiliriz. Bir cismin hem öteleme hem de dönme hareketi yapmamasına denir.

Dengenin 1. Şartı

Bir cisim üzerine etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır.

$$\Sigma R_x : 0$$

$$\Sigma R_y : 0$$

$$\Sigma R : 0$$

ΣR_x : x doğrultusundaki kuvvetlerin bileşkesi

ΣR_y : y doğrultusundaki kuvvetlerin bileşkesi

ΣR : Tüm kuvvetlerin bileşkesi

Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olduğunda cisim (öteleme yapamaz).

Dengenin 2. Şartı

Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin herhangi bir noktaya göre toplam torku olmalıdır.

Cisim üzerine etki eden kuvvetlerin bir noktaya göre torku sıfır olduğunda cisim dönme hareketi yapamaz.



Bir cisim üzerinde dengeyi iki şartı birden sağlandığında cisim statik dengede olur. **Statik denge** durumu, duran cisimlerin denge durumudur.

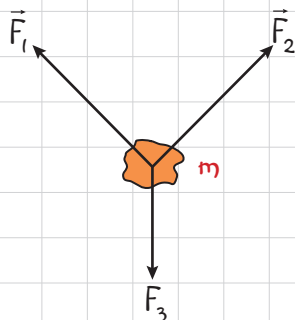


Bir cisim nokta şeklinde ise denge durumunda sadece kuvvetlerin dengede olması yeterlidir.

Bir cisim noktasal değil de boyutlu ise denge durumunda hem kuvvetlerin dengesi hem de tork dengesi olmak zorundadır.

● Kesişen Kuvvetlerin Dengesi

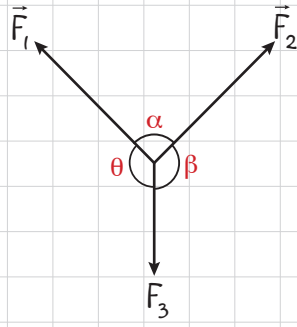
Bir cisim üzerine 3 kuvvet etkilediğinde cismin dengede kalabilmesi için herhangi iki kuvvetin bileşkesinin, 3. kuvvete eşit fakat yönlü olması gerekir.



Şekildeki m kütleli cisim dengede olsun. Bu durumda;

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_1 + \vec{F}_2 &= -\vec{F}_3 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 &= -\vec{F}_2 \\ \vec{F}_2 + \vec{F}_3 &= -\vec{F}_1 \end{aligned} \right\} \text{ olmalıdır.}$$

Lami Teoremi

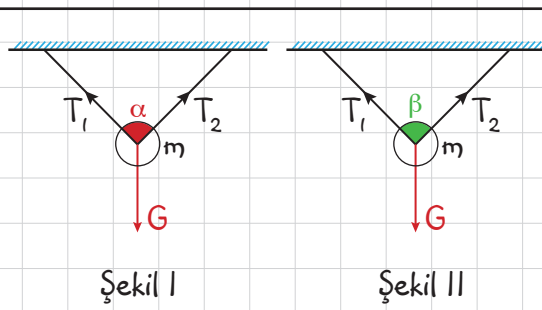


Kesişen üç kuvvet dengede ise kuvvetlerin karşısındaki açıların sinüslerine oranı birbirine eşit ve sabittir. Bu teorem olarak bilinir.

$$\frac{F_1}{\sin\beta} = \frac{F_2}{\sin\theta} = \frac{F_3}{\sin\alpha}$$

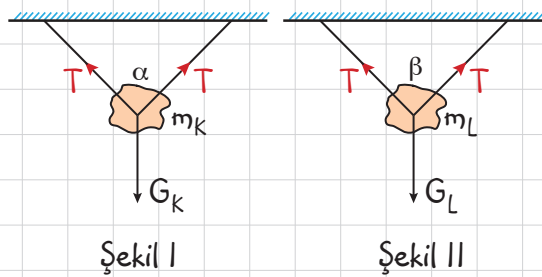


Lami teoremine göre büyük açının karşısındaki kuvvet Yukarıdaki şekilde açılar arasında $\alpha > \beta > \theta$ ilişkisi olsun. Bu durumda kuvvetler arasında $F_3 < F_1 < F_2$ ilişkisi olur.



G ağırlıklı bir cisim iki farklı şekilde iplere asıp dengeye getirelim. İpler arasındaki açı arttıkça iplerdeki gerilme kuvvetleri artar.

$$\beta > \alpha \text{ ise } T_2 > T_1' \text{ dir.}$$



Şekildeki K ve L cisimleri ipler ile asıldığında ip gerilmeleri hem Şekil I için hem Şekil II için aynı oluyorsa, cisimlerin ağırlıklarını karşılaştırmak için ipler arasındaki açılara bakılır.

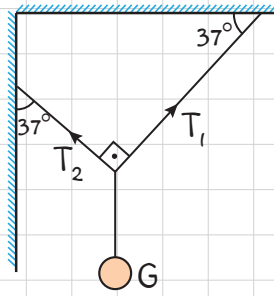
$$\alpha > \beta \Rightarrow G_L > G_K \text{ dir.}$$

$$\beta > \alpha \Rightarrow G_K > G_L \text{ dir.}$$



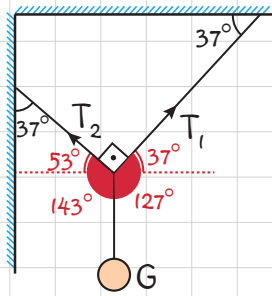
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

4



Şekildeki sistem dengedir.
Buna göre T_1 , T_2 ve G kuvvetlerini sıralayınız.

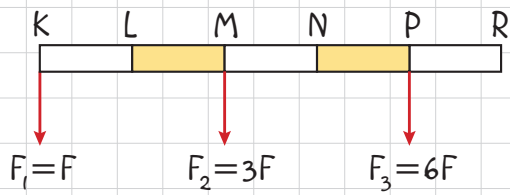
Çözüm:



O noktaya etki eden kuvvetleri ve açıları belirleyelim ve açıları sıralayalım.

$$90^\circ < 127^\circ < 143^\circ$$

$$G > T_2 > T_1$$



Şekildeki ağırlıksız çubuğa F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri etki etmektedir.

Çubuk nereden asılırsa yatay dengede kalır?
(Noktalar arası uzaklık eşittir.)

Çözüm:

Çubuğun yatay olarak dengede kalabilmesi için hem kuvvet dengesi hem de tork dengesi sıfır olmalıdır.

5

1) Kuvvet dengesine bakalım;
 $F_1 + F_2 + F_3$ kuvvetinin dengeleyeni $10F$ kuvvetidir.

2) Tork dengesine bakalım;

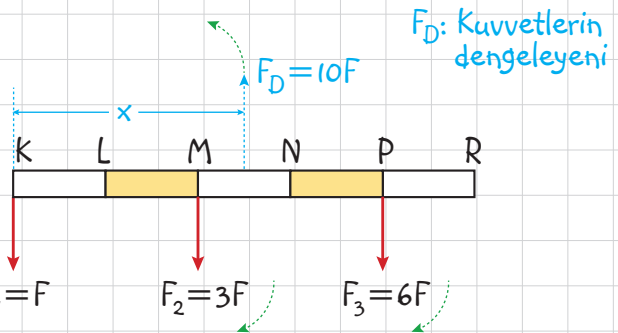
K noktasına göre tork aldığımızda $F_1 = F$

$$F_D \cdot x = F_2 \cdot 2 + F_3 \cdot 4$$

$$10F \cdot x = 3F \cdot 2 + 6F \cdot 4$$

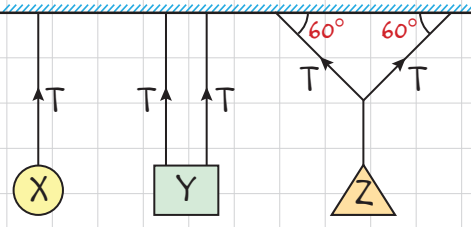
$$x = \frac{30F}{10F} \Rightarrow x = 3 \text{ birim çıkar.}$$

Buna göre cisim K noktasından 3 birim uzaktan asılmalıdır. Yani cisim N noktasından asılmalıdır.





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



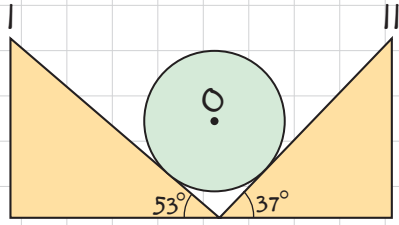
Şekildeki X, Y ve Z cisimlerinin asıldığı iplerdeki gerilme kuvvetleri eşit ve T kadardır.

Buna göre cisimlerin ağırlıkları G_X , G_Y ve G_Z arasındaki ilişki nedir?

6 Çözüm:

Kuvvet dengesini yazarsak;

$$\left. \begin{array}{l} G_X = T \\ G_Y = 2T \\ G_Z = T\sqrt{3} \end{array} \right\} G_Y > G_Z > G_X \text{ olacaktır.}$$

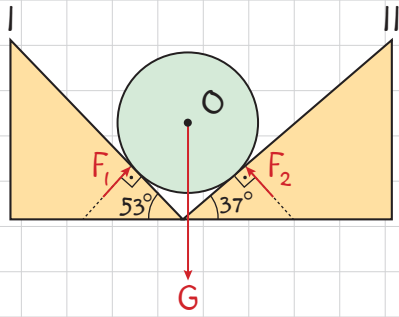


Ağırlığı 200N olan küre, I ve II eğik düzlemleri arasında şekildeki gibi dengededir.

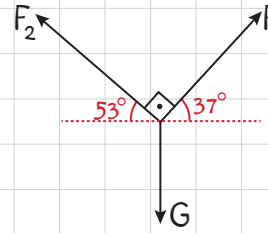
Buna göre kürenin I. eğik düzlemine uyguladığı kuvvet F_1 , II. eğik düzlemine uyguladığı kuvvet F_2 olduğuna göre $\frac{F_1}{F_2}$ oranı nedir?

($\sin 37 = \cos 53 = 0,6$; $\cos 37 = \sin 53 = 0,8$)

7 Çözüm:



Kuvvetleri küre merkezine taşıyalım.



★ Birbirlerini 180° 'ye tamamlayan açılarının sinüs değerleri birbirine eşittir.

Lami teoremini yazalım.

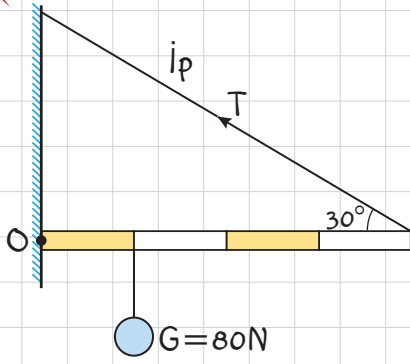
$$\frac{200}{\sin 90} = \frac{F_1}{\sin 143} = \frac{F_2}{\sin 127}$$

$$\frac{200}{1} = \frac{F_1}{0,6} = \frac{F_2}{0,8} \Rightarrow \vec{F}_1 = 120\text{N}$$
$$\vec{F}_2 = 160\text{N olur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

8

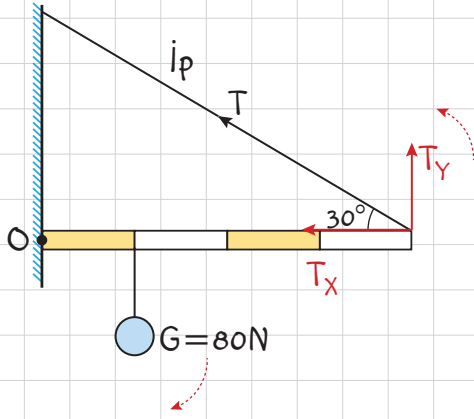


Ağırlığı önemsiz çubuk, G ağırlıklı cisim ve ip asılarak dengeye getiriliyor.

G ağırlığı 80N olduğuna göre ip gerilmesi T kaç N'dur?

$$(\sin 30 = \frac{1}{2}, \cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

Çözüm:



Öncelikle kuvvetleri belirleyelim.

$$T_Y = T \cdot \sin 30$$

$$T_X = T \cdot \cos 30$$

O noktasına göre tork alalım.

$$T_Y \cdot 4 = G \cdot 1$$

$$T \cdot \sin 30 \cdot 4 = 80$$

$$T \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 = 80 \cdot 1$$

$$T = 40\text{N olur.}$$

9

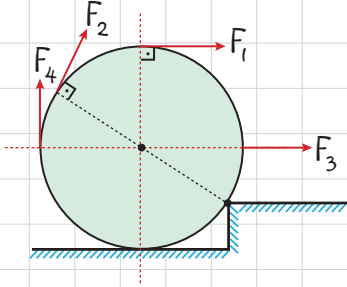
Çözüm:

Şekildeki kuvvetlerden O noktasına dik uzaklığı en büyük olan kuvvet, küreyi basamağı çıkaracak en küçük kuvvet değeridir. Yani F_2 kuvveti küreyi basamak üzerine çıkarabilen en küçük kuvvettir.

Kuvvetlerden O noktasına dik uzaklığı en küçük olan kuvvet F_3 kuvvetidir. Bu durumda küreyi basamak üzerine çıkarabilecek en büyük kuvvet de F_3 kuvvetidir.

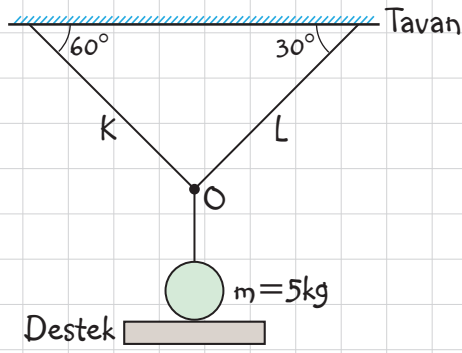
Şekildeki küre, basamak üzerine F_1 , F_2 , F_3 ve F_4 kuvvetlerinden biri ile çıkarılmak isteniyor.

Küreyi basamak üzerine çıkaracak en büyük ve en küçük kuvvet hangileridir?





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



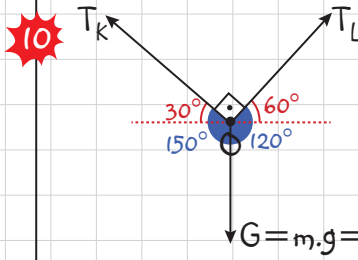
Kütlesi $m = 5 \text{ kg}$ olan bir cisim K ve L ipleri yardımı ile tavana asılmış, altına da bir destek konularak dengelenmiştir.

K ve L ipleri en fazla 30 N 'a dayanabildiğine göre, destek çekildikten sonra iplerin durumu ne olur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$(\sin 90^\circ = 1, \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \sin 30^\circ = \frac{1}{2})$$

Çözüm:

Öncelikle, destek cismin altında iken iplerdeki gerilme kuvvetini bulalım. Şekil I'de Lami teoremi uygulayalım.



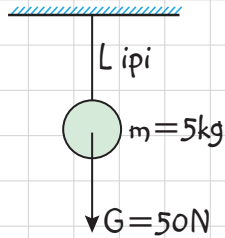
$$\frac{G}{\sin 90^\circ} = \frac{T_K}{\sin 120^\circ} = \frac{T_L}{\sin 150^\circ}$$

$$T_L = 25 \text{ N}$$

$$T_K = 25\sqrt{3} \text{ N}$$

Şekil I

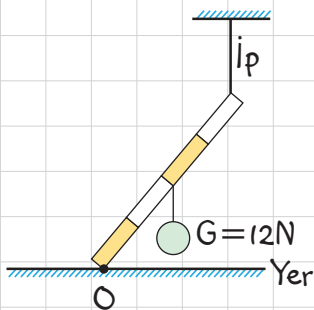
K ipindeki gerilme, 30 N 'dan büyük olduğu için önce K ipi kopar. K ipi koptuktan sonra cismin durumu aşağıdaki gibi olur.



L ipi 50 N 'luk yükü taşıyamaz ve o da kopar.

SIRA SİZDE

33



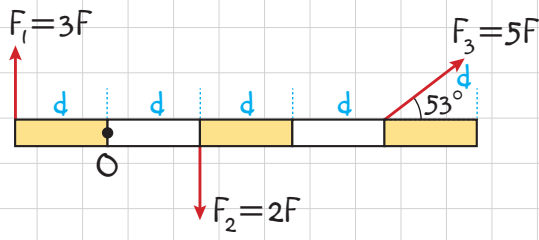
(Çubuk eşit bölmelendirilmiştir.)

Şekildeki ağırlıksız çubuk dengededir. İpte oluşan gerilme kuvveti kaç N 'dur?

Çözüm:

TEST 10

1.

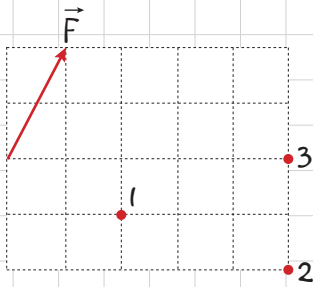


O noktası etrafında dönebilen çubuğa F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri etki ediyor. Noktalar arası uzaklık eşit ve d kadar olduğuna göre, O noktasına göre toplam tork kaç $F \cdot d$ 'dir?

($\cos 53 = 0,6$, $\sin 53 = 0,8$)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 7

2.

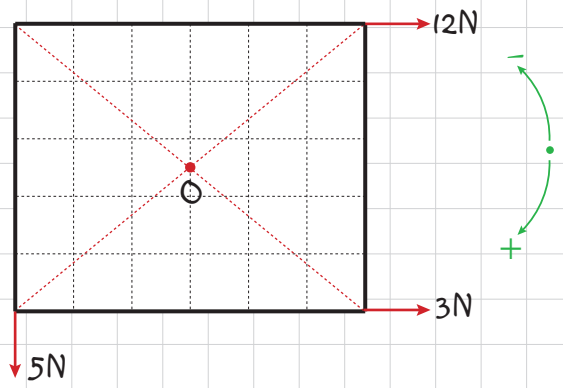


Şekildeki F kuvvetinin 1, 2 ve 3 noktalarına göre torklarının büyüklüğü τ_1 , τ_2 ve τ_3 'tür.

τ_1 , τ_2 ve τ_3 arasındaki ilişki nedir? (Birimkareler özdeştir.)

- A) $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ B) $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$
 C) $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$ D) $\tau_3 > \tau_2 > \tau_1$
 E) $\tau_3 > \tau_2 = \tau_1$

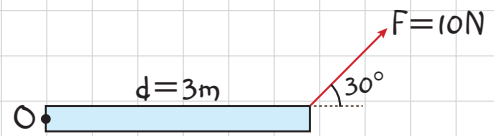
3.



O noktası etrafında dönebilen kare levhanın bir kenarının uzunluğu 8 m'dir. Levhaya 12N, 3N ve 5N büyüklüğündeki kuvvetler şekildeki gibi uygulandığına göre, bu kuvvetlerin O noktasına göre toplam torklarının büyüklüğü ve levhanın dönme yönü nedir?

- A) (+) yönünde 16 N . m
 B) (-) yönünde 16 N . m
 C) (-) yönünde 11 N . m
 D) (-) yönünde 10 N . m
 E) (+) yönünde 10 N . m

4.



Sayfa düzleminde ve O noktası etrafında dönebilen 3m uzunluğundaki çubuğa 10N'luk kuvvet şekildeki gibi uygulanıyor.

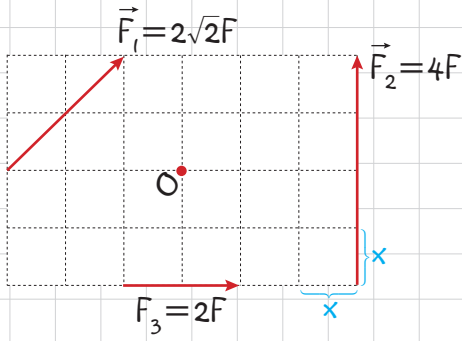
Buna göre çubuğun O noktasına etki eden torkun büyüklüğü ve yönü nedir?

($\sin 30 = \frac{1}{2}$, $\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$)

- A) 10N.m (+y) B) 15N.m \odot
 C) 10N . m \otimes D) (+x) 15N.m
 E) 18N.m (-y)

TEST 10

5.



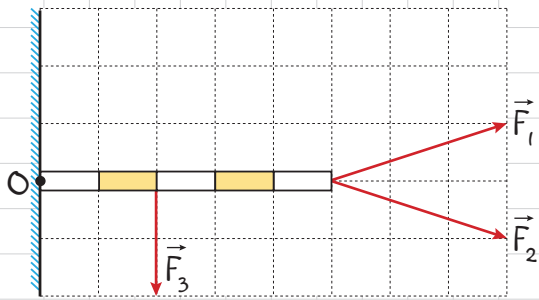
Şekildeki dikdörtgen levha O noktası üzerinde dönebilmektedir.

Noktalar arası uzaklıklar eşit ve levhaya etki eden kuvvetler şekildeki gibi olduğuna göre, O noktasına göre toplam torkun büyüklüğü ve yönü nedir?

(Levha, sayfa düzleminindedir.)

- A) $4Fx$: $+y$ B) $4Fx$: $-y$
 C) $10Fx$: \otimes D) $10Fx$: \odot
 E) Fx :

6.



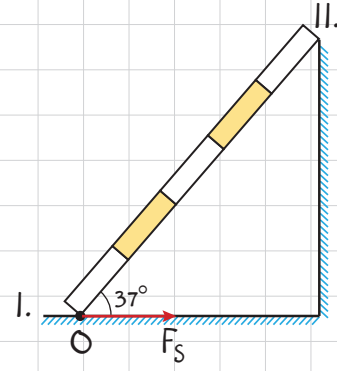
Şekildeki gibi O noktası etrafında dönebilen çubuğa F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri etkimektedir.

Kuvvetlerin O noktasına göre torklarının büyüklüğü sırasıyla τ_1 , τ_2 ve τ_3 olduğuna göre τ_1 , τ_2 ve τ_3 arasındaki ilişki nedir?

(Noktalar arası uzaklık eşittir.)

- A) $\tau_1 = \tau_2 > \tau_3$ B) $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$
 C) $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ D) $\tau_3 > \tau_2 > \tau_1$
 E) $\tau_3 = \tau_1 > \tau_2$

7.



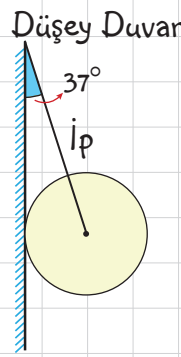
Ağırlığı 120 N olan çubuk, I ve II düzlemleri arasında dengededir.

Buna göre I düzlemi ile çubuk arasındaki sürtünme kuvvetinin en küçük değeri kaç N'dur?

($\sin 37 = 0,6$, $\cos 37 = 0,8$)

- A) 40 B) 60 C) 80
 D) 100 E) 120

8.



Ağırlığı 240 N olan küre, şekildeki gibi dengededir.

Buna göre, kürenin düşey duvara uyguladığı kuvvet F ve ipteki gerilme kuvveti T nedir?

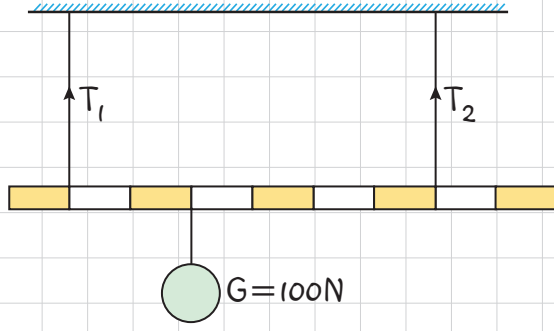
($\sin 37 = 0,6$, $\cos 37 = 0,8$)

(Düşey duvar sürtünmesizdir.)

	F	T
A)	100	120
B)	120	120
C)	300	180
D)	180	300
E)	240	300

TEST 10

9.



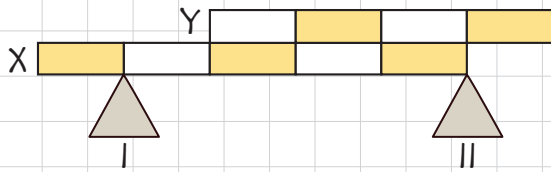
Şekildeki ağırlıksız çubuk, ip gerilmeleri ve 100 N'luk cisim ile dengelenmiştir.

İplerdeki gerilme kuvvetlerinin oranı

$\frac{T_1}{T_2}$ nedir?

- A) 2 B) $\frac{3}{2}$ C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{2}{3}$

10.



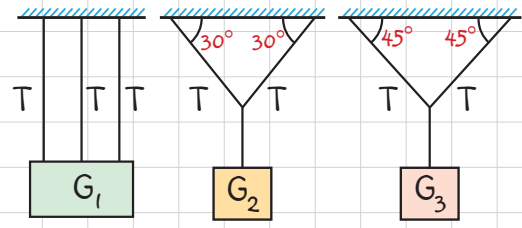
Aynı maddeden yapılmış kendi içlerinde türdeş X ve Y kalasları I ve II destekleri üzerinde şekildeki gibi dengededir.

Çubukların her bir bölümünün ağırlığı P olduğuna göre; I. desteğin tepki kuvveti N_1 'in, II. desteğin tepki kuvveti

N_2 ye oranı $\frac{N_1}{N_2}$ nedir?

- A) $\frac{1}{9}$ B) $\frac{11}{13}$ C) $\frac{5}{19}$ D) $\frac{5}{27}$ E) 1

11.

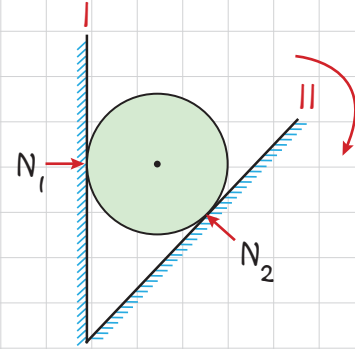


Ağırlığı önemsiz ipler yardımı ile asılmış G_1 , G_2 ve G_3 cisimleri şekildeki gibi dengededir.

İplerdeki gerilme kuvvetleri eşit ve T kadar olduğuna göre G_1 , G_2 ve G_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $G_1 = G_2 = G_3$ B) $G_1 > G_3 > G_2$
 C) $G_1 > G_2 > G_3$ D) $G_3 > G_1 = G_2$
 E) $G_3 > G_2 > G_1$

12.



Ağırlığı G olan bir küre, şekildeki gibi I ve II yüzeyleri arasında dengededir.

II yüzeyi ok yönünde hareket ederse, yüzeylerin cisme uyguladığı tepki kuvvetleri N_1 ve N_2 nasıl değişir?

	N_1	N_2
A)	azalır	azalır
B)	artar	azalır
C)	artar	artar
D)	azalır	artar
E)	değişmez	değişmez

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.9. KÜTLE MERKEZİ VE AĞIRLIK MERKEZİ

1.9.1 Kütle Merkezi

1.9.2 Ağırlık Merkezi

1.9. KÜTLE MERKEZİ VE AĞIRLIK MERKEZİ

1.9.1. KÜTLE MERKEZİ

Bir cisim çok küçük parçalara bölündüğünde, bu parçaların ortalama konumuna denir.

1.9.2. AĞIRLIK MERKEZİ

Bir cismi çok küçük parçalara böldüğümüzde, her bir parçaya yer tarafından bir kuvvet uygulanır. Bu kuvvete denir. Cismi böldüğümüz her bir küçük parçacığın ağırlığının bileşkesinin uygulama noktasına **ağırlık merkezi** denir.



Küçük cisimlerde kütle merkezi ve ağırlık merkezi noktadadır.



Çok yüksek binalarda kütle merkezi binanın tam ortasında olmasına rağmen ağırlık merkezi yer yüzeyine daha yakındır. Çünkü yer yüzeyinden uzaklaştıkça yerin çekim ivmesi



Çekim alanının olmadığı yerde kütle merkezi varken, ağırlık merkezi yoktur.

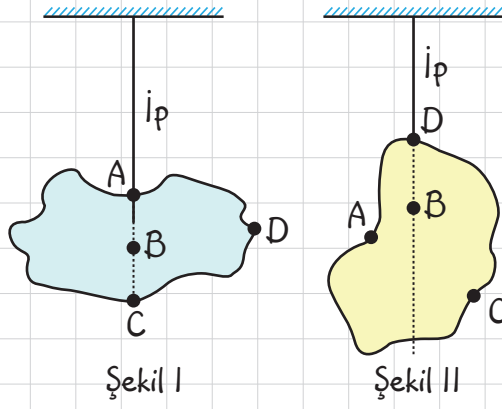
ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





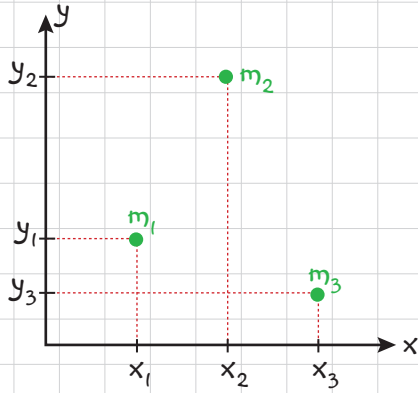
Düzensiz geometrik şekle sahip olmayan katıların ağırlık merkezi bulunurken cisim iki farklı noktadan asılır.

Cisimler asıldığında ipin uzantısı geçer. İki ayrı noktadan asılan cisim için ip doğrultularının kesiştiği nokta ağırlık merkezinin yerini verir.



Geometrik şekli olmayan cisim önce A noktasından Şekil I'deki gibi asılır. Sonra da D noktasından Şekil II'deki gibi asılır. Her iki durumda da ipin uzantısı B noktasından geçmektedir. Yani cismin ağırlık merkezi B noktasıdır.

● Kütle Merkezinin Koordinatlarının Bulunması



Şekildeki gibi birden fazla noktasal cismin kütle merkezinin koordinatları aşağıdaki gibi bulunur.

$$X_{KM} = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + m_3 \cdot x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$Y_{KM} = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + m_3 \cdot y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

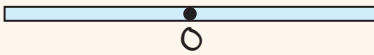
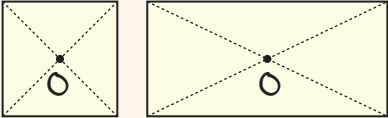
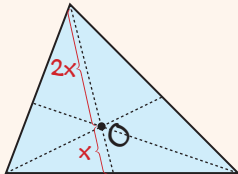
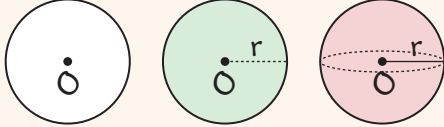
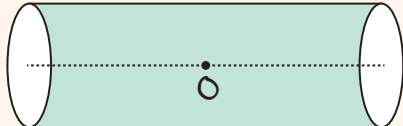
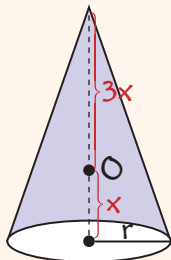
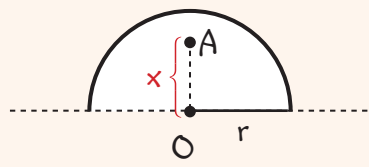
X_{km} = Sistemin kütle merkezinin X koordinatı

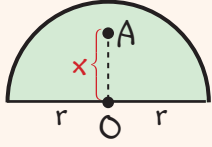
Y_{km} = Sistemin kütle merkezinin Y koordinatı

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



Geometrik Şekle Sahip Cisimlerin Ağırlık Merkezinin Yeri

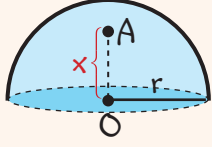
Cisim	Ağırlık Merkezinin Yeri
 <p>Homojen Çubuk ya da Tel</p>	Tam orta noktası
 <p>Türdeş Kare ya da Dikdörtgen</p>	Köşegenlerin kesim noktası
 <p>Türdeş Üçgen Levha</p>	Kenarortayların kesim noktasıdır. Kenarortay $3x$ ise kütle merkezi tabandan x kadar yüksektedir.
<p>Çember Daire Küre</p>  <p>Türdeş Çember, Dairesel Levha ve Küre</p>	Geometrik merkez
 <p>Türdeş Silindir</p>	Taban merkezlerini birleştiren doğrunun tam orta noktasıdır.
 <p>Türdeş Koni</p>	Koninin yüksekliği h ise; $x = \frac{\text{Yükseklik}}{4} = \frac{h}{4}$
 <p>Türdeş Yarım Çember</p>	Ağırlık merkezi A noktasıdır. $x = OA = \frac{2r}{\pi}$



Türdeş Yarım Daire

Ağırlık merkezi A noktasıdır.

$$x = |OA| = \frac{4r}{3\pi}$$



Türdeş Yarım Küre

Ağırlık merkezi A noktasıdır.

$$x = |OA| = \frac{3r}{8}$$



Aynı tür maddeden yapılmış türdeş, çubuk tel, çember gibi tek boyutlu cisimlerin uzunlukları oranı ağırlıkları oranına



Aynı maddeden yapılmış ve kalınlıkları aynı olan türdeş kare, üçgen, daire gibi iki boyutlu cisimlerin alanları oranı ağırlıkları oranına



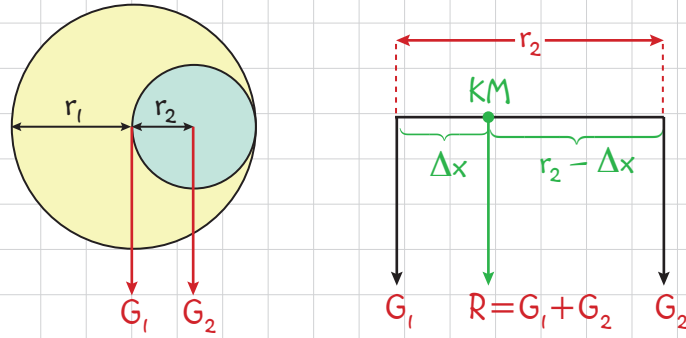
Aynı maddeden yapılmış, küre, küp, koni, silindir gibi üç boyutlu cisimlerin hacimleri oranı, ağırlıkları oranına

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



● Cisimlerin Üzerine Parça Ekleme

- ✓ Bir cisim üzerine parça yapıştırılırsa ağırlık merkezi, iki parçanın ağırlık merkezi olur.



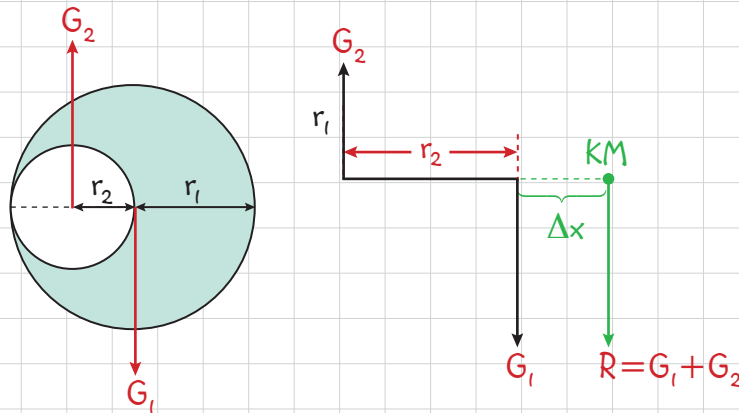
- ✓ Kütle merkezine göre tork alınırsa;

$$G_1 \cdot \Delta x = G_2 \cdot (r_2 \cdot \Delta x) \text{ ile ağırlık merkezinin yeri bulunur.}$$

KM = Kütle Merkezi
 G_1 = Büyük parçanın ağırlığı
 G_2 = Yapıştırılan küçük parçanın ağırlığı
 Δx = Kütle merkezinin kayma miktarı
 r_2 = İki parçanın kütle merkezi arasındaki uzaklık
 $R = G_1 + G_2 =$ Ağırlıkların bileşkesi

● Cisimlerin Üzerinden Parça Çıkarma

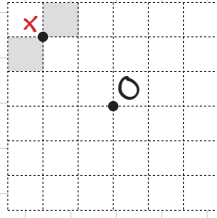
- ✓ Bir cisimden parça çıkarılırsa, çıkarılan parçanın ağırlığı yukarı doğru alınır.



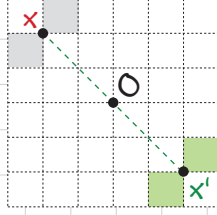
- ✓ G_1 ve G_2 ağırlıklarının bileşkesi, parçaların ağırlıklarının kadardır.
✓ Sistemin ağırlık merkezi büyük kuvvetin dışında ve büyük kuvvetle yöndedir.
✓ Kütle merkezine göre tork alınırsa, ağırlık merkezinin yeri bulunur.

$$G_2 \cdot (r_2 + \Delta x) = G_1 \cdot \Delta x$$

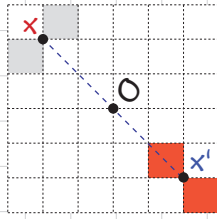
G_1 = Büyük parçanın ağırlığı
 G_2 = Çıkarılan parçanın ağırlığı
 r_2 = Çıkarılan parçanın yarıçapı
 Δx = Kütle merkezindeki kayma miktarı



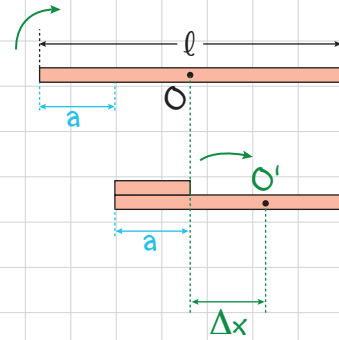
Şekildeki kare levhadan taralı parçalar çıkarılsın. Kütle merkezi olan O noktasının yerinin değişmemesi için X noktasının O noktasına göre simetriği olan X' noktası, çıkarılması gereken parçaların kütle merkezi olmalıdır.



Yeşil ile taralı iki parça çıkarılırsa levhanın kütle merkezinin yeri değişir.



Kırmızı ile taralı iki parça çıkarılırsa levhanın kütle merkezinin yeri değişir.



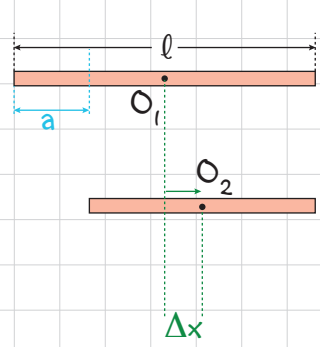
Şekildeki gibi boyu l olan bir çubuğun a kadarlık kısmı kendi üzerine katlanırsa ağırlık merkezi diğer tarafa x kadar kayar. Kayma miktarı Δx ;

$$\Delta x = \frac{a^2}{l} \text{ ile bulunur.}$$

- Δx = Kütle merkezindeki kayma miktarı
- a = Katlanan kısmın uzunluğu
- l = Çubuğun ilk uzunluğu

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





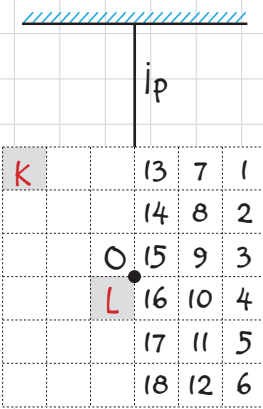
O_1 : Boyu l olan çubuğun kütle merkezi

O_2 : Parça kesiti dikten sonra çubuğun kütle merkezi

Boyu l olan çubuğun a kadarlık kısmı kesilip atılırsa ağırlık merkezi ters yönde Δx kadar kayar.
Kayma miktarı Δx ;

$$\Delta x = \frac{a}{2} \text{ ile bulunur.}$$

$\Delta x = \text{Ağırlık merkezindeki kayma miktarı}$



Şekildeki levhadan K ve L parçaları çıkarıldığında levhanın dengesinin bozulmaması için aşağıdaki işlemler yapılabilir.

K'nın yerine; 1, 2, 3, 4, 5, 6 parçalarından herhangi biri çıkarılabilir.

L'nin yerine; 13, 14, 15, 16, 17, 18 parçalarından herhangi biri çıkarılabilir.

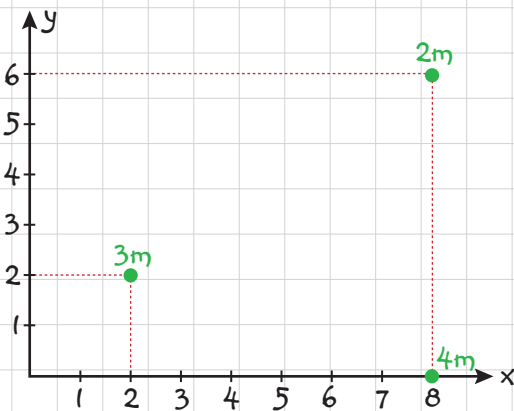
K ve L'nin yerine 7, 8, 9, 10, 11, 12 numaralı parçalardan herhangi ikisi birlikte çıkarılabilir.



Dengenin bozulmaması için ipe göre çıkan parçaların torkları eşit olmalıdır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki 3m, 2m ve 4m kütleli cisimlerden oluşmuş sistemin kütle merkezinin koordinatlarını bulunuz.

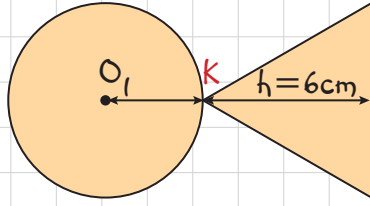
Çözüm:

$$X_{KM} = \frac{3m \cdot 2 + 4m \cdot 8 + 2m \cdot 8}{3m + 2m + 4m} = 6$$

$$Y_{KM} = \frac{3m \cdot 2 + 2m \cdot 6 + 4m \cdot 0}{3m + 2m + 4m} = 2$$



GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

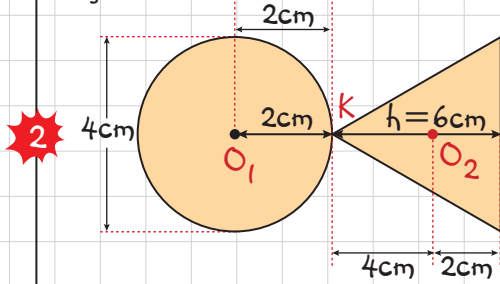


Aynı maddeden yapılmış, türdeş, yarıçapı $r = 2\text{ cm}$ olan dairesel levha ile yüksekliği 6 cm olan üçgen levha K noktasından yapıştırılmıştır.

Sistemin kütle merkezi K noktasından kaç cm uzaktadır? ($\pi = 3$ alınız.)

Çözüm:

Aynı maddeden yapılmış levhalardan ağırlık oranı, levhaların alanları oranına eşittir.



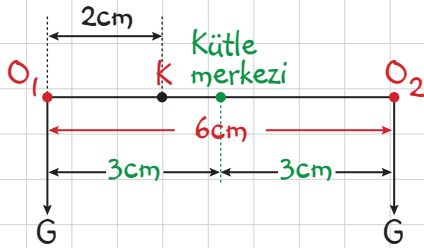
$O_1 \rightarrow$ dairesel levhanın ağırlık merkezidir.

$O_2 \rightarrow$ üçgen levhanın ağırlık merkezidir.

$$\text{Dairesel levhanın alanı} = \pi r^2 = 3 \cdot 2^2 = 12 \text{ cm}^2$$

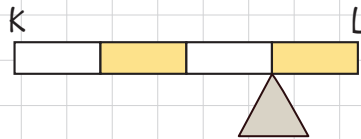
$$\text{Üçgen levhanın alanı} = \frac{4 \cdot 6}{2} = 12 \text{ cm}^2$$

İki levhanın alanı eşit olduğu için ikisinin de ağırlığına G diyelim.

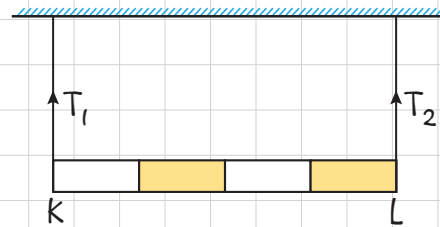


Sistemin ağırlık merkezi, cisimlerin ağırlık merkezleri arasındaki uzaklığın tam ortasıdır. Yani sistemin ağırlık merkezi K noktasından 1 cm uzakta ve $K - O_2$ arasındadır.

3



Şekil I



Şekil II

G ağırlığındaki KL çubuğu Şekil I'deki gibi dengededir.

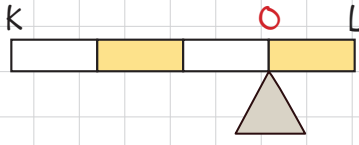
KL çubuğu Şekil II'deki gibi asıldığında iplerde oluşan gerilme kuvvetleri T_1 ve T_2 olmaktadır.

Buna göre oranı $\frac{T_1}{T_2}$ nedir?

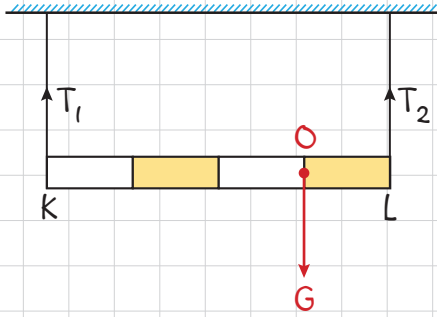


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Çözüm:



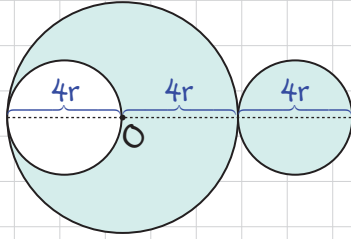
Şekil 1'den faydalanarak G ağırlığındaki çubuğun ağırlık merkezinin O noktası olduğu bulunur.



Tork dengesinden faydalanarak gerilme kuvvetlerinin oranını bulabiliriz.

$$T_1 \cdot 3 = T_2 \cdot 1$$

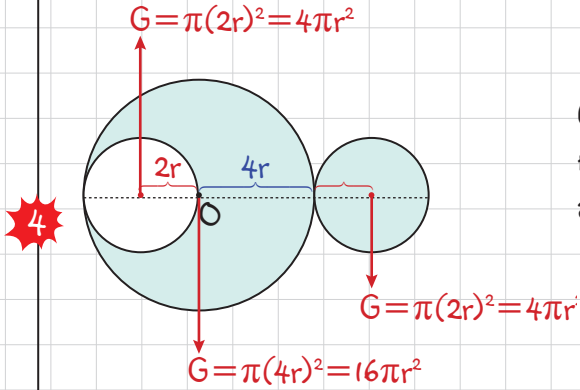
$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{3} \text{ olur.}$$



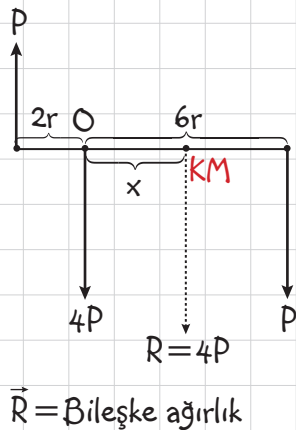
Şekildeki $4r$ yarıçaplı dairesel parçadan, $2r$ yarıçaplı daire kesilerek dıştan yapıştırılıyor.

Sistemin kütle merkezi O noktasından kaç r uzaklıktadır?

Çözüm:



Çıkarılan parçanın ağırlığı yukarı doğru alınırken, eklenen parçanın ağırlığı aşağı yönde alınır.



Ağırlık merkezinin O noktasından olan uzaklığına x diyelim.

O noktasına göre tork alınırsa;

$$P \cdot 2r + P \cdot 6r = 4P \cdot x$$

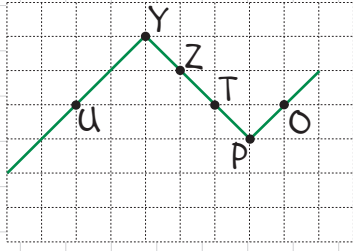
$$8Pr = 4Px$$

$$x = 2r$$

Kütle merkezi O noktasından $2r$ uzaktadır.

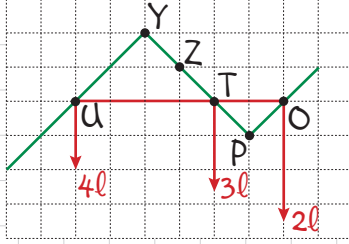


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

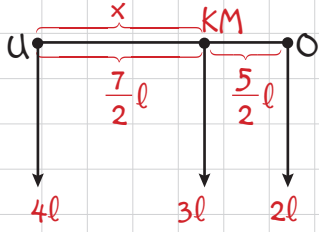


Şekildeki bükülmüş homojen türdeş tel nereden asılırsa şekildeki gibi dengede kalır?

Çözüm:



5



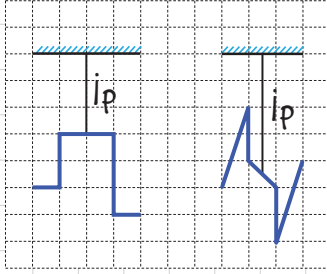
Bükülmüş tel asılıp dengede kaldığında ipin uzantısı kütle merkezinden geçer.

Her bir köşegen uzunluğuna l dersek, parçaların ağırlıklarını boy ile orantılı olarak şekildeki gibi belirleyebiliriz.

U noktasına göre tork alırsak kütle merkezinin yerini bulabiliriz.

$$3l \cdot \frac{7}{2} + 2l \cdot 6 = 9l \cdot x$$
$$x = \frac{45}{18} \cong 2,5 \text{ br}$$

Cisim Y - Z arasından asılırsa dengede kalır.



Şekil I

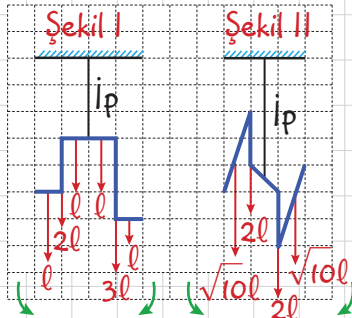
Şekil II

Homojen ve türdeş teller Şekil I ve Şekil II'deki gibi bükülüp bir ip yardımıyla tavana asılmıştır.

Cisimler serbest bırakıldığında hangi telin konumu değişmez?

(Birimkareler özdeştir.)

6 Çözüm:



Tellerin şekildeki gibi dengede kalabilmesi için ipe göre toplam tork sıfır olmalıdır.

Şekil I için ipe göre tork alalım.

$$l \cdot \frac{1}{2} + 2l \cdot 1 + l \cdot \frac{3}{2} = l \cdot \frac{1}{2} + 3l \cdot 1 + l \cdot \frac{3}{2}$$

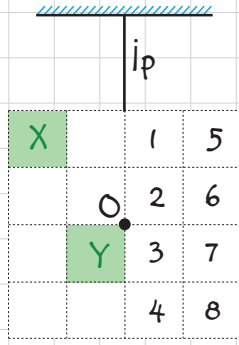
İpe göre toplam tork 0 olmadığı için Şekil I'deki tel dengede kalmaz.

$$\sqrt{10}l \cdot 1 + 2l \cdot \frac{1}{2} - 2l \cdot \frac{1}{2} - \sqrt{10}l \cdot 1 = 0$$

Şekil II'de ipe göre toplam tork sıfır olduğu için Şekil II'deki tel dengede kalır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



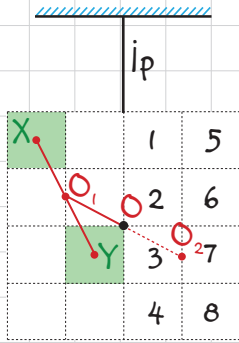
Şekildeki türdeş kare levhadan taralı parçalar kesilip çıkarılıyor.

a) Levhanın dengesinin bozulmaması için hangi parçalar çıkarılmalıdır?

b) Levhanın kütle merkezinin yerinin değişmemesi için hangi parçalar çıkartılmalıdır?

7 Çözüm:

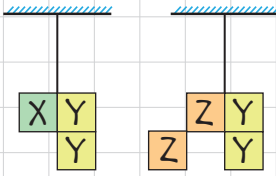
a) Levhanın dengesinin bozulmaması için ipe göre torkun değişmemesi gerekir.



X parçası çıkarıldığında 5, 6, 7 ve 8 no'lu parçalardan herhangi biri, Y parçasının yerine 1, 2, 3 ve 4 parçalarından herhangi biri çıkarılırsa kare levha denge konumunu korur.

b) X ve Y parçasının kütle merkezi O_1 noktasıdır. O_1 noktasının levhanın kütle merkezi O noktasına göre simetrisi O_2 noktasıdır. Buna göre 2 ve 8 no'lu parçaları, 6 ve 4 no'lu parçaları ya da 3 ve 7 no'lu parçaları çıkardığımızda levhanın kütle merkezinin yeri değişmez.

SIRA SİZDE

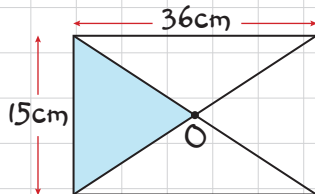


34 Şekil I Şekil II

Şekil I ve Şekil II'deki sistem dengededir.

Buna göre homojen türdeş X, Y, Z cisimlerin ağırlıkları G_X , G_Y ve G_Z arasındaki ilişki nedir?

Çözüm:

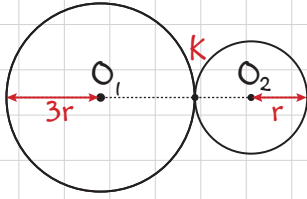


35 Şekildeki homojen türdeş dikdörtgen şeklindeki levhadan taralı parça kesilip atılıyor. Buna göre kütle merkezi kaç cm yer değiştirir?

Çözüm:

TEST 11

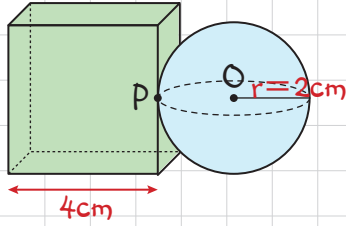
1.



Homojen, türdeş, aynı maddeden yapılmış eşit kalınlıktaki, yarıçapları $3r$ ve r olan iki çember şekildeki gibi K noktasından yapıştırılmıştır. Sistemin kütle merkezi K noktasından kaç r uzaklıktadır? ($\pi = 3$)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

2.



Şekildeki içleri dolu kendi içlerinde türdeş küp ve kürenin ağırlık merkezi P noktasıdır.

Kürenin yarıçapı 2 cm, küpün bir kenarı 4 cm olduğuna göre kürenin özkütlesinin küpün özkütlesine oranı

$\frac{d_{\text{küre}}}{d_{\text{küp}}}$ nedir? ($\pi = 3$)

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

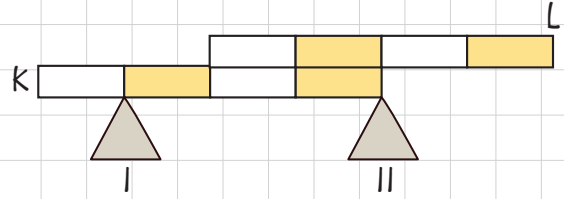
3.

Homojen, türdeş ve uzunluğu 100 cm olan telin bir ucundan 30 cm'lik kısmı kendi üzerine katlanıyor.

Buna göre çubuğun ağırlık merkezi kaç cm yer değiştirir?

- A) 5 B) 6 C) 7 D) 8 E) 9

4.

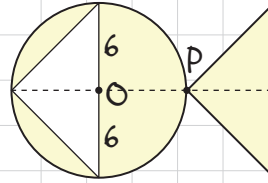


Homojen, türdeş, ağırlığı G olan K ve L kalasları şekildeki gibi I ve II destekleri üzerinde dengededir.

I. desteğin tepki kuvveti N_1 , II. desteğin tepki kuvveti N_2 olduğuna göre $\frac{N_1}{N_2}$ oranı nedir?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

5.



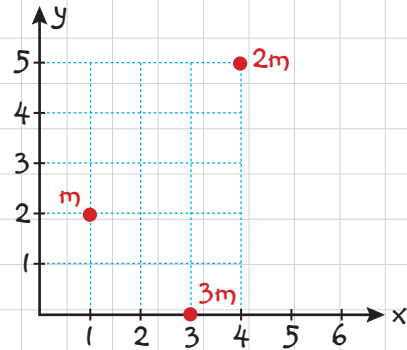
Homojen ve türdeş, yarıçapı 6 cm olan dairesel levhadan şekildeki gibi üçgen levha çıkarılıp P

noktasından yapıştırılıyor.

Buna göre sistemin ağırlık merkezi, P noktasından kaç cm uzaktadır?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

6.



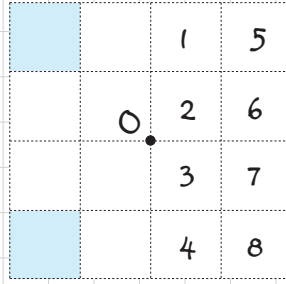
Aynı düzlemde tutulan m , $2m$ ve $3m$ noktasal cisimlerden oluşmuş sistemin kütle merkezinin koordinatları $(X;Y)$ nedir?

- A) (1;1) B) (1;2)
C) (2;3) D) (3;2)

E) (0;1)

TEST 11

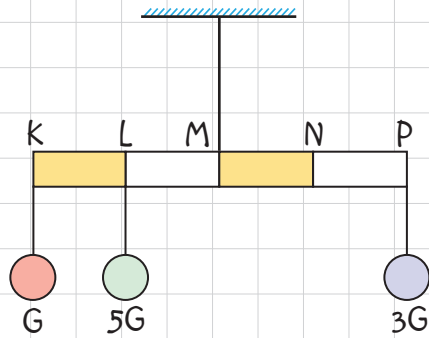
7.



Şekildeki homojen ve türdeş kare levhadan taralı parçalar çıkarılıyor. Levhanın ağırlık merkezinin yerinin değişmemesi için hangi parçalar birlikte çıkarılmalıdır?

- A) 1 ve 4 B) 2 ve 6 C) 4 ve 7
D) 2 ve 7 E) 6 ve 7

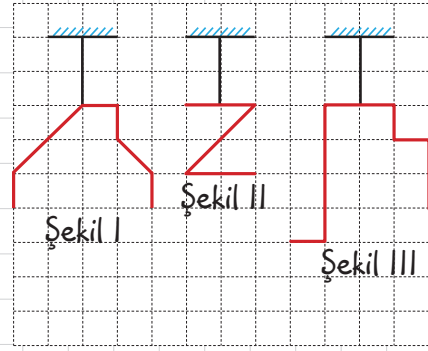
8.



Ağırlığı G olan KP çubuğu şekildeki gibi dengededir. Buna göre çubuğun ağırlık merkezi hangi noktadır?

- A) L B) M
C) N D) NP arasında
E) MN arasında

9.



Düzensiz türdeş teller Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki gibi tutuluyor. Teller serbet bırakıldığında hangileri dengede kalır?

- A) I, II ve III B) II ve III
C) I ve III D) I ve II
E) Yalnız II

10. Kütle ve ağırlık merkezi ile ilgili olarak;
- I. Çok küçük cisimler için kütle merkezinin yeri, ağırlık merkezinin yeri ile aynıdır.
 - II. Çekim ivmesinin sabit olmadığı yerlerde, kütle merkezinin yeri değişmez iken ağırlık merkezinin yeri değişir.
 - III. Çok yüksek binaların kütle merkezi, binanın tabanına daha yakındır. Yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



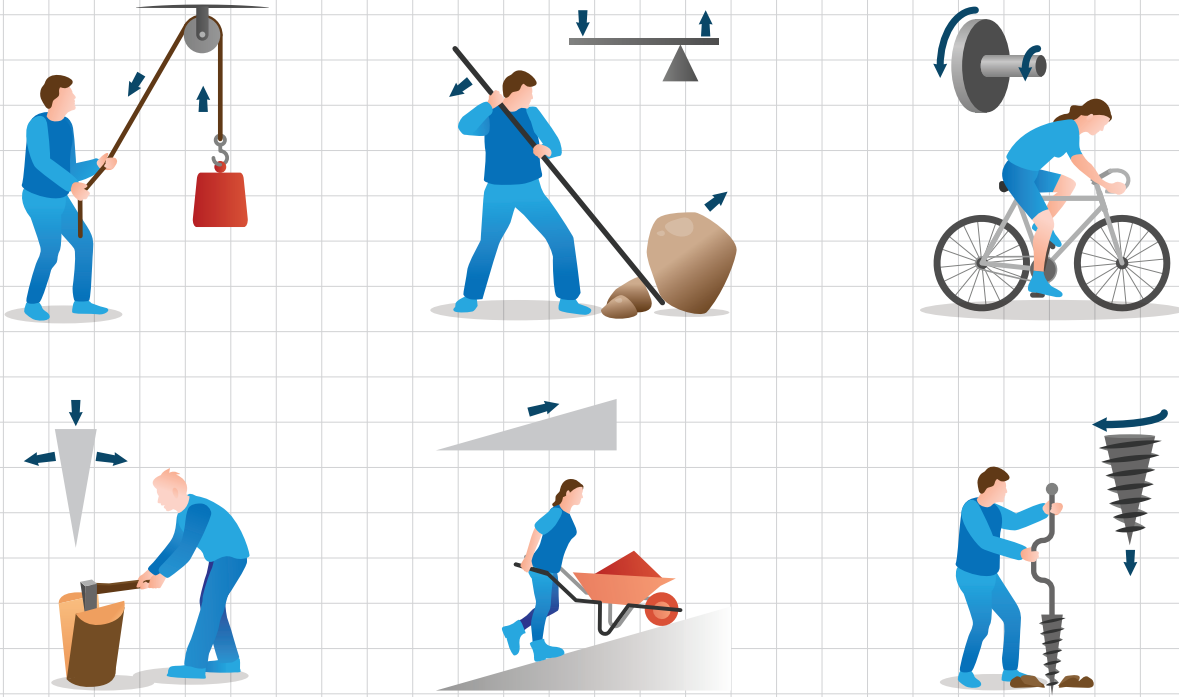
ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET

1.10. BASİT MAKİNELER

- 1.10.1. Kaldıraçlar
- 1.10.2. Sabit ve Hareketli Makaralar
- 1.10.3. Palangalar
- 1.10.4. Eğik Düzlem
- 1.10.5. Vida
- 1.10.6. Çıkrık
- 1.10.7. Kasnaklar
- 1.10.8. Dişli Çarklar

1.10. BASİT MAKİNELER

Günlük yaşantımızda işlerimizi kolaylaştırmak için kullanılan araçlara denir. Ağır bir yükü yerinden kaldırmak, kuyudan su çekmek, bir çiviye yerinden sökmek elimizle yapamayacağımız zorlukta işlerdir. Bu işleri basit makineler sayesinde kolaylıkla yapabiliriz.



Basit makinelerde kuvvetten ya da yoldan kazanç sağlanırken **işten** ya da **enerjiden** kazanç



Basit makinelerde kuvvetin destek noktasına göre torku, yükün destek noktasına göre torkuna



Basit makinelerde, kuvvetten sağlanan kazanç yoldan vardır.



Basit makinelerde sürtünme yoksa kuvvetin yaptığı iş, yükün yaptığı işe



Basit makineler iş sağlar.

Bir basit makinede kuvvetten sağlanan kazanç,

$$\text{Kuvvet Kazancı} = \frac{\text{Yük}}{\text{Kuvvet}} = \frac{\text{Kuvvet Kolu}}{\text{Yük Kolu}} = \frac{G}{F} \text{ ile bulunur.}$$

Basit Makinelerde Verim

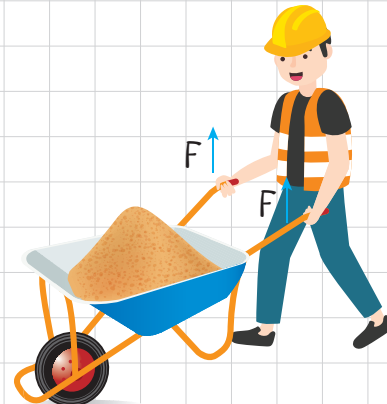
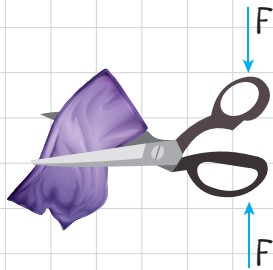
Basit makinelerde sürtünmelerden dolayı bir kısım enerji ısıya dönüşür. Dolayısıyla alınan enerji, verilen enerjiden küçüktür. Aradaki fark makinenin verimini verir. Eğer basit makinede sürtünme yoksa verim %100 olur.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Alınan Enerji}}{\text{Verilen Enerji}} = \frac{\text{Yükün Yaptığı İş}}{\text{Kuvvetin Yaptığı İş}} = \frac{\text{Alınan Güç}}{\text{Verilen Güç}} \text{ ile bulunur.}$$

BASİT MAKİNE ÇEŞİTLERİ

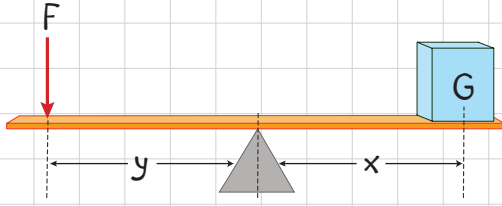
1.10.1. KALDIRAÇLAR

Bir destek, bu destek etrafında dönebilen çubuk, kaldırılacak yük ve yükü hareket ettiren kuvvetten oluşan sistemlerdir.



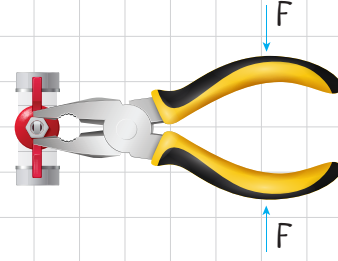
Destegin bulunduğu yere göre üç çeşit kaldıraç vardır.

a) Destek noktası ortada olan kaldıraçlar: Tahteravalli, makas, kerpeten, pense gibi araçlar bu tür kaldıraçlara örnektir. Destek noktasına göre tork alınırsa;

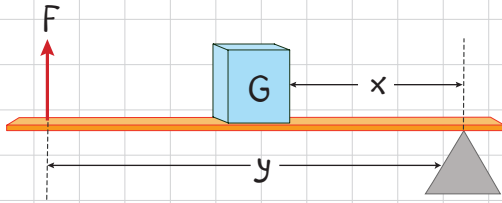


$$F \cdot y = G \cdot x$$

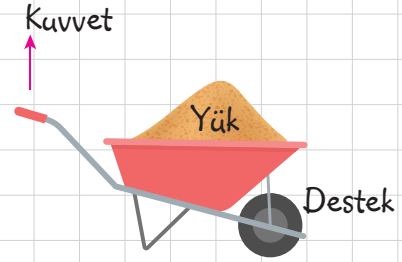
F: Kuvvet
G: Yük
y: Kuvvet Kolu
x: Yük kolu



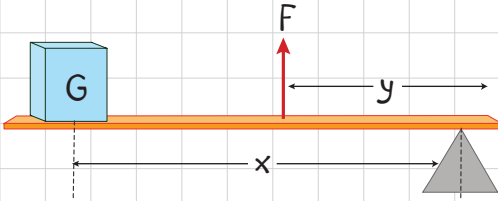
b) Destek noktasının uçta, yükün kuvvet ile destek arasında olduğu kaldıraçlar: Bu tür kaldıraçlara el arabası, fındık, ceviz kıracağı örnek verilebilir.



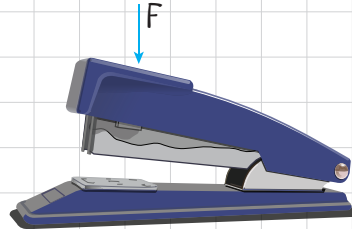
$$G \cdot x = F \cdot y$$



c) Destek noktasının uçta, kuvvetin yük ile destek arasında olduğu kaldıraçlar: Maşa, zımba, kürek bu tür kaldıraçlara örnek verilebilir.



$$G \cdot x = F \cdot y$$



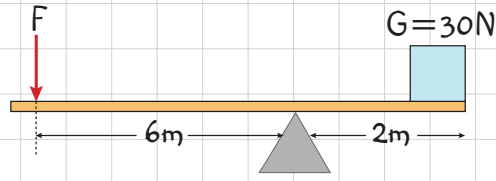
Kuvvet kolu yük kolundan ise kuvvetten kazanç, yoldan olur.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

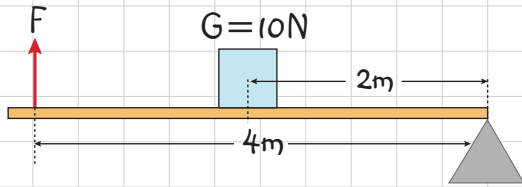


36 Ağırılığı 30N olan bir cisim şekildeki kaldıraç yardımıyla dengede tutulmak isteniyor.
Buna göre F kuvvetinin değeri kaç N olmalıdır?

Çözüm:

Basit makineler tork prensibine göre çalışır. Destek noktasına göre tork alınırsa;
 $F \cdot 6 = 30 \cdot 2$
 $F = 10\text{N}$ bulunur.

SIRA SİZDE

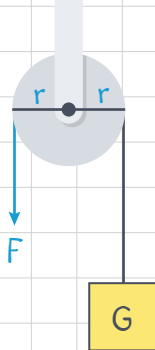


36 10N ağırlığındaki cisim F kuvveti ile dengede tutuluyor.
F kuvveti ile çubuk 2m yükseltir-se G ağırlığı kaç m yükselir?

Çözüm:

1.10.2 SABİT VE HAREKETLİ MAKARALAR

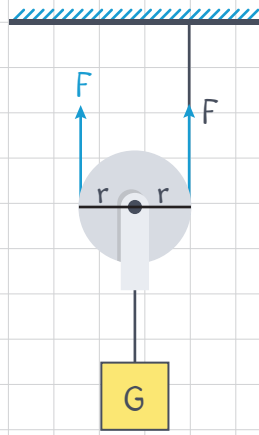
Sabit Makara



Sabit eksen etrafında dönen makaralardır. Kuvvetten ya da yoldan kazanç Sabit makaralar kuvvetin yönünü değiştirerek iş sağlar.

$$\cancel{F \cdot r} = \cancel{P \cdot r}$$
$$F = P \text{ olur.}$$

Hareketli Makara

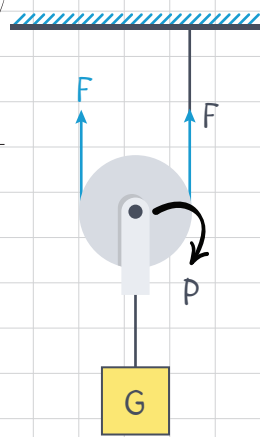


Çevresine sarılan ip ile aşağı ya da yukarı hareket edebilen makaralardır. Hareketli makaralar kuvvetten sağlarken yoldan

$$F \cdot 2r = P \cdot r$$
$$F = \frac{G}{2} \text{ olur.}$$



İp h kadar çekildiğinde yük $\frac{h}{2}$ kadar



Makara ağırlıklı ve makaranın ağırlığı P ise kuvvet dengesi yazılır.

$$2F = G + P$$

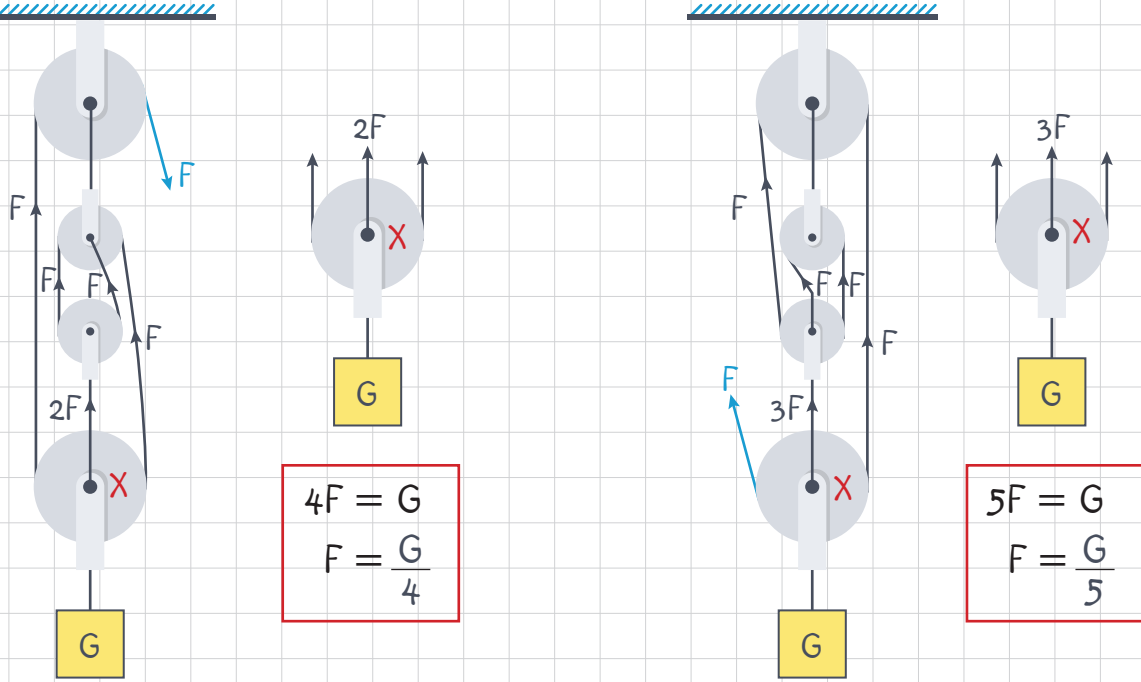
$$F = \frac{G + P}{2} \text{ olur.}$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



1.10.3 PALANGALAR

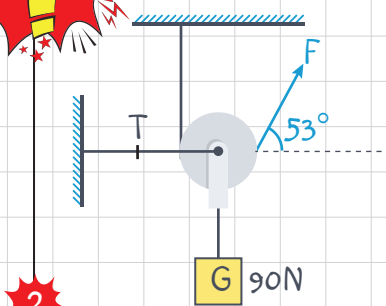
Birden fazla hareketli ve sabit makaranın kullanıldığı makara sistemidir.



- ✓ Uygulanan kuvvet ipin her yerinde
- ✓ Şekil I'deki cismi h kadar yükseltebilmek için F kuvveti ile ip çekilmelidir.
- ✓ Şekil II'deki cismi kadar yükseltebilmek için F kuvveti ile ip 5h çekilmelidir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



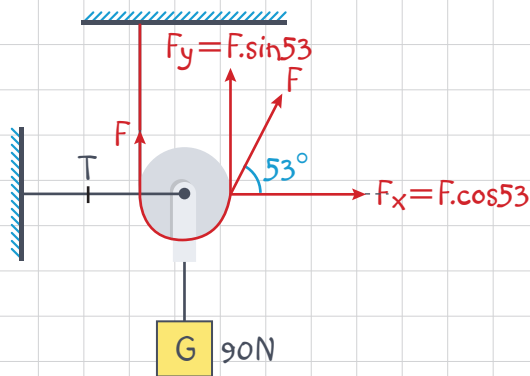
Şekildeki sistem dengededir.

Buna göre;

- F kuvveti kaç N olur?
- T ip gerilmesi kaç N'dur?
($\sin 53 = 0,8$, $\cos 53 = 0,6$)

2

Çözüm:



- Kuvvet dengesini düşey kuvvetler için yazalım;

$$\begin{aligned} F + F \cdot \sin 53 &= G \\ F + F \cdot 0,8 &= 90 \text{ N} \\ 1,8 F &= 90 \text{ N} \\ F &= 50 \text{ N} \end{aligned}$$

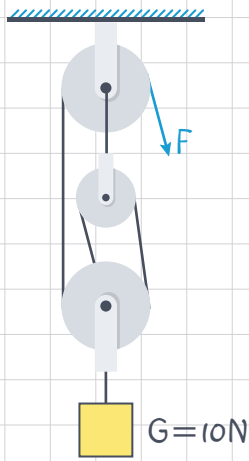
- Kuvvet dengesini yatay kuvvetler için yazalım;

$$\begin{aligned} T &= F_x = F \cdot \cos 53 \\ T &= 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ N olur.} \end{aligned}$$



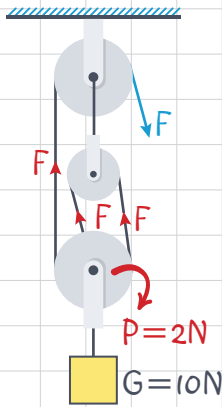
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

3

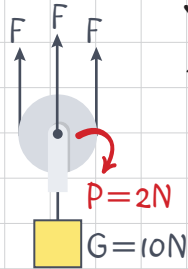


Şekildeki makaraların her birinin ağırlığı $P = 2N$ 'dir. $10N$ 'luk yük F kuvveti ile dengede tutulduğuna göre F kuvveti kaç N 'dir?

Çözüm:



Sabit makaraların ağırlıkları miller tarafından dengelenir.



Yükün bağlı olduğu hareketli makara sisteminde kuvvet dengesi yazılırsa;

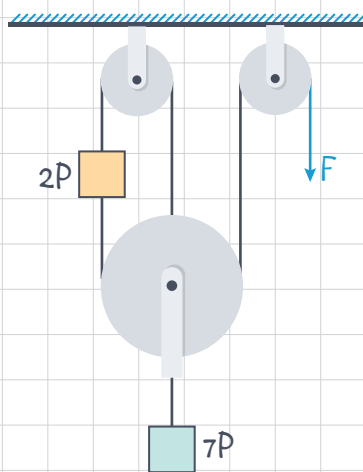
$$3F = G + P$$

$$3F = 10 + 2$$

$$F = 4N$$

SIRA SİZDE

37



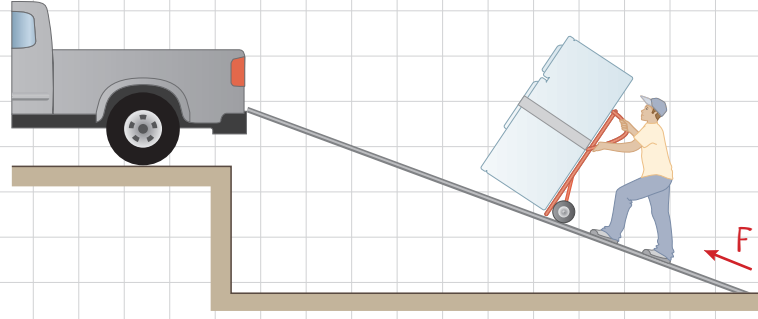
Çözüm:

Makara ağırlıklarının özdeş ve P olduğu sistem, F kuvveti ile dengededir.

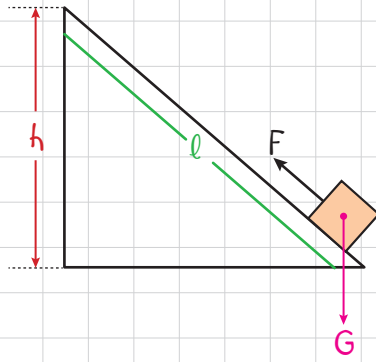
Buna göre F kuvveti kaç P 'dir?

1.10.4. EĞİK DÜZLEM

Bir kamyonu ağır bir yükü sırtımızda taşımak yerine, eğimli bir kalasla taşımak daha kolaydır.



✓ Eğik düzlemde kuvvetin yaptığı iş G ağırlığındaki cisme olarak aktarılır.

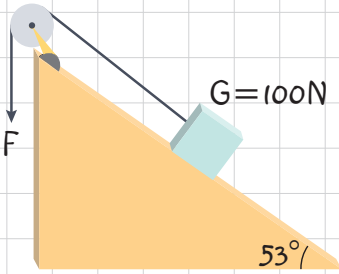


$$F \cdot l = G \cdot h$$

F = Cisme uygulanan kuvvet
 G = Yükün ağırlığı
 l = Eğik düzlemin uzunluğu
 h = Eğik düzlemin yüksekliği



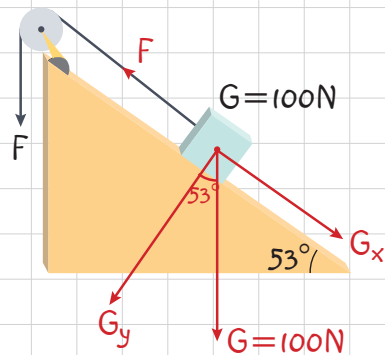
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki 100N ağırlığındaki cisim F kuvveti ile sürtünmesiz eğik düzlemde dengededir. Buna göre F kuvveti kaç N 'dur? ($\sin 53 = 0,8$, $\cos 53 = 0,6$)

4

Çözüm:



Serbest cisim diyagramından G ağırlıklı cisme etki eden kuvvetleri belirleyelim.

$$G_x = G \cdot \sin 53 = 100 \cdot 0,8 = 80\text{N}$$

$$G_y = G \cdot \cos 53 = 100 \cdot 0,6 = 60\text{N}$$

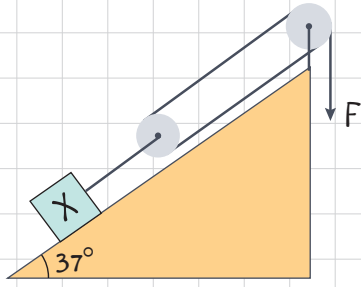
Ağırlığın G_x bileşenini F kuvveti dengelemektedir.

$$F = G_x$$

$$F = 80\text{N olur.}$$

SIRA SİZDE

38



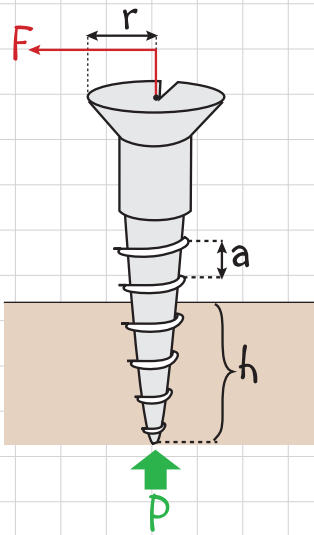
Şekildeki makara ağırlıkları önem-
siz ve eğik düzlem sürtünmesizdir.

Ağırlığı 50N olan X cismi F kuv-
veti ile dengede iken F kuvveti ipi 5m
aşağı çekiyor.

Buna göre X cismi kaç m yükse-
lik? ($\sin 37 = 0,6$, $\cos 37 = 0,8$)

Çözüm:

1.10.5. VIDA



İki parçayı yarayan basit makineye **vida** de-
nir. Bir vidanın iki dişi arasındaki uzaklığa denir.
Vida bir tam tur attığında, vida yüzeyde bir vida adımı "a" kadar
ilerler. Vida bir tam tur attığında F kuvveti $F \cdot 2\pi r$ kadar iş yapar.

$F \cdot 2\pi r = P \cdot a$ şeklinde enerji eşitliği yazılabilir.

Vidanın yüzeyde ilerlemesine karşı koyan kuvvete **direnç**
kuvveti denir. Direnç kuvveti P ile gösterilir.



Vida n kere çevrilirse düzlemde

$h = n \cdot a$ kadar ilerler.

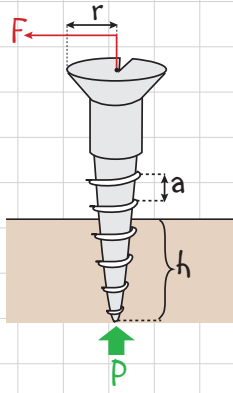
ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

5



Şekildeki vida $F = 10\text{N}$ ile bir tur çevrildiğinde düzleme 60N 'luk kuvvet uygulanıyor.

Vida kolunun yarıçapı $r = 4\text{mm}$ ve vida adımı $a = 2\text{mm}$ olduğuna göre vidanın verimi nedir? ($\pi = 3$)

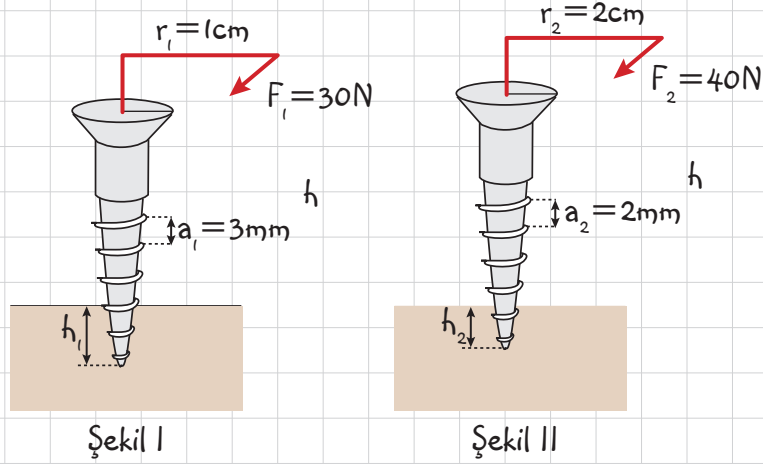
Çözüm:

$$\text{Verim} = \frac{\text{Alınan Enerji}}{\text{Verilen Enerji}} = \frac{P \cdot a}{F \cdot 2\pi r}$$

$$\text{Verim} = \frac{60 \cdot 2}{10 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = \frac{1}{2} \text{ olur. } \% \text{Verim} = \%50' \text{ dir.}$$

SIRA SİZDE

39



Şekil I'deki vida adımı $a_1 = 3\text{mm}$ olan bir vida, 30N 'luk kuvvet uygulanarak 4 kez çevrilip zeminde h_1 kadar saplanıyor.

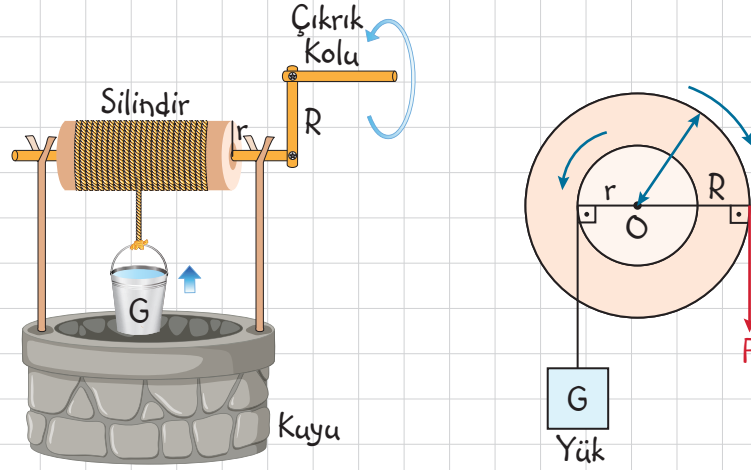
Şekil II'deki vida adımı $a_2 = 2\text{mm}$ olan vida, 15N 'luk kuvvet ile 7 kez çevrilip zeminde h_2 kadar saplanıyor.

Buna göre $\frac{h_1}{h_2}$ oranı nedir?

Çözüm:

1.10.6. ÇIKRIK

Kuyulardan su çekmek için kullanılan basit makinelere denir.



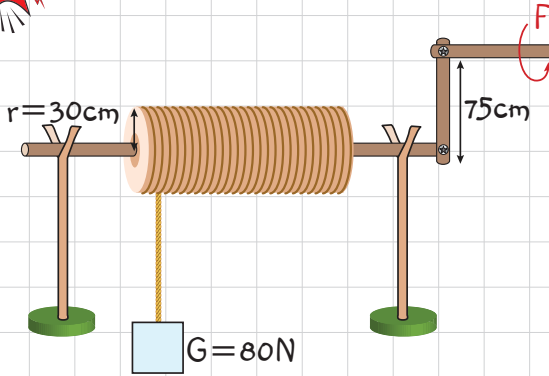
Çıkrık kolu bir kere döndürüldüğünde silindire sarılı ip $2\pi r$ kadar ya da doğru hareket eder.

Silindirin dönme eksenine göre tork alınırsa;

$$F \cdot R = G \cdot r \text{ olur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

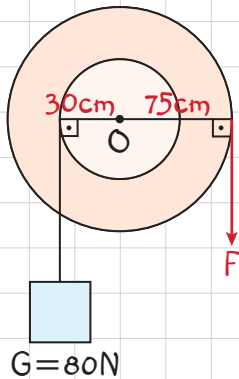


Şekildeki düzende 80N ağırlığındaki yük F kuvveti ile dengede tutuluyor.

Buna göre F kaç N'dur?

6

Çözüm:



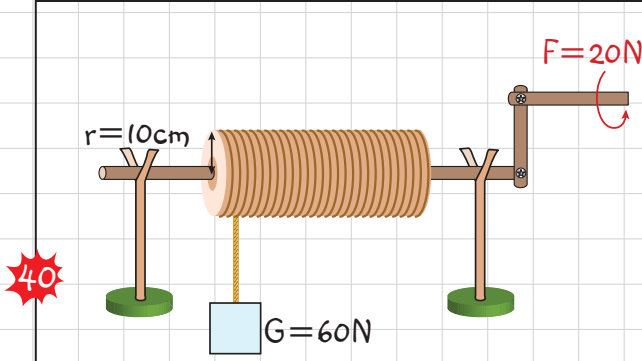
O noktasına göre tork alınırsa,

$$F \cdot R = G \cdot r$$

$$F \cdot 75 = 80 \cdot 30$$

$$F = 32 \text{ N}$$

SIRA SİZDE



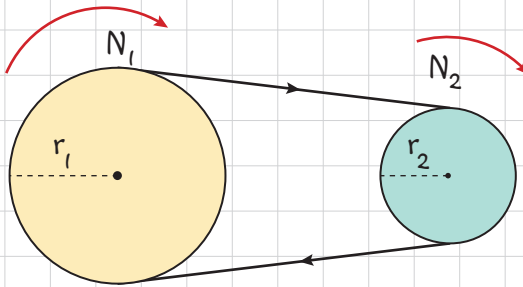
Çözüm:

Şekildeki düzenekte F kuvveti ile çıkık kolu döndürülerek, 60N ağırlığındaki yük sabit hızla 3m aşağı indiriliyor.

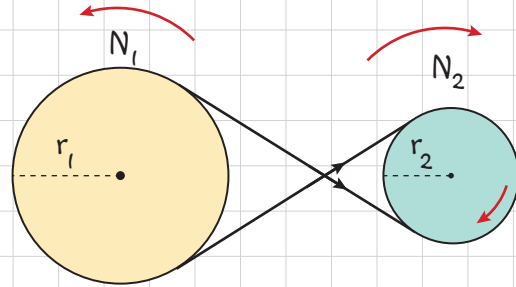
Buna göre çıkık kolu kaç tur atmıştır? ($\pi = 3$)

1.10.7. KASNAKLAR

Birbirine kayışla bağlanmış makaralardan oluşmuş sisteme denir.



Şekil I



Şekil II

- ✓ Şekil I'deki kasnaklar düz bağlı oldukları için yönde dönerler.
- ✓ Şekil II'deki kasnaklar çapraz bağlı oldukları için yönde dönerler.



Küçük kasnaklar, büyük kasnaklardan daha dönerler. Kasnakların tur sayıları arasında;

$$N_1 \cdot r_1 = N_2 \cdot r_2 \text{ bağıntısı vardır.}$$

$N_1 = 1.$ kasnağın tur sayısı

$N_2 = 2.$ kasnağın tur sayısı

$r_1 = 1.$ kasnağın yarıçapı

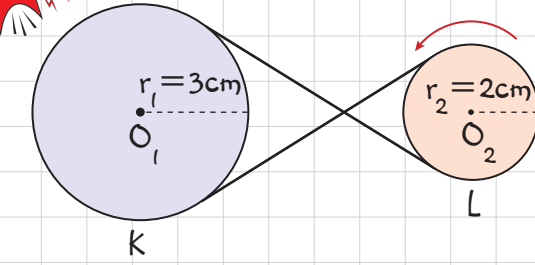
$r_2 = 2.$ kasnağın yarıçapı

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

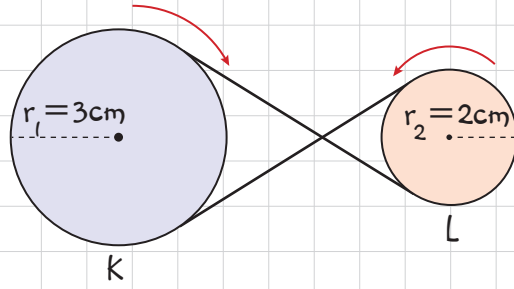
7



Şekildeki yarıçapı 3 cm olan K kasnağı ile yarıçapı 2 cm olan L kasnağı çapraz bağlanmıştır.

L kasnağı ok yönünde 15 tur atarsa K kasnağı hangi yönde kaç tur atar?

Çözüm:



K kasnağı L kasnağı ile zıt yönde döner. K kasnağının tur sayısı,

$$N_K \cdot r_K = N_L \cdot r_L$$

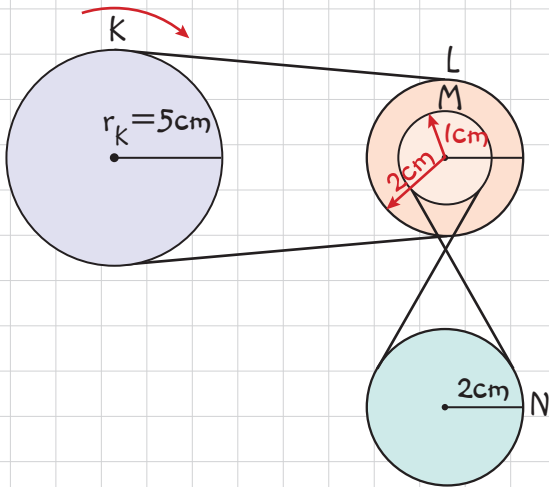
$$N_K \cdot 3 = 15 \cdot 2$$

$$N_K = 10 \text{ tur}$$

K kasnağı L kasnağı ile ters yönde 10 tur atar.

SIRA SİZDE

4

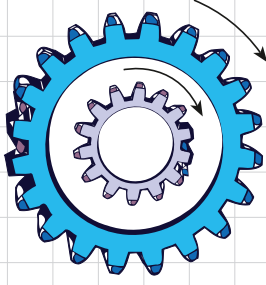


Şekildeki K, L, M ve N kasnaklarının yarıçapı sırasıyla 5 cm, 2 cm, 1 cm ve 2 cm'dir. L ve M kasnakları eş merkezdir.

K kasnağı ok yönünde 2 tur dönerse L, M ve N kasnaklarının tur sayısı ne olur?

Çözüm:

1.10.8. DİŞLİ ÇARKLAR

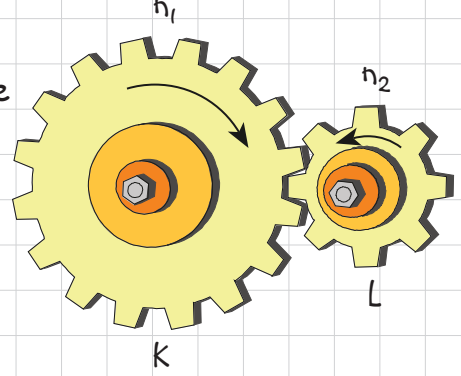


Dişli çarkların dişleri birbirinin arasına girdiği için çarklardan biri döndüğünde diğeri de
Aynı merkezli dişli çarklarda dönme yönleri ve dönme sayıları

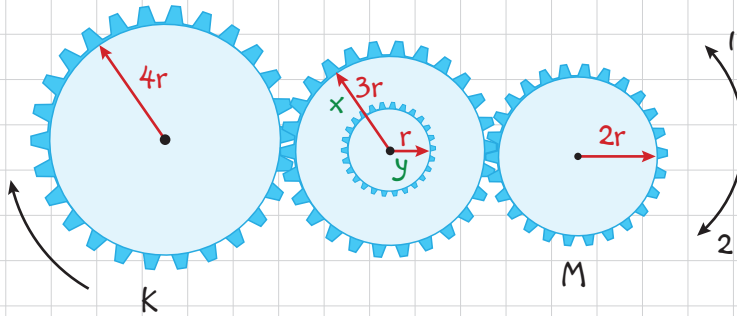
Farklı merkezli dişliler yönde dönerler. Dönme sayıları ile diş sayıları arasında,

$$f_1 \cdot n_1 = f_2 \cdot n_2 \text{ bağıntısı vardır.}$$

$$\begin{aligned} n_1 &= K \text{ dişlisinin diş sayısı} \\ f_1 &= K \text{ dişlisinin tur sayısı} \\ n_2 &= L \text{ dişlisinin diş sayısı} \\ f_2 &= L \text{ dişlisinin tur sayısı} \end{aligned}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki K dişlisi ok yönünde $\frac{1}{3}$ tur atarsa, M dişlisi hangi yönde kaç tur atar?

8

Çözüm:

K dişlisi $\frac{1}{3}$ tur atarsa X dişlisi; $n_K \cdot r_K = n_X \cdot r_X$

$$\frac{1}{3} \cdot 4 = n_X \cdot 3 \Rightarrow n_X = \frac{4}{9} \text{ tur atar.}$$

X dişlisi ile Y dişlisi eş merkezlidir. Bu durumda Y dişlisi de $\frac{4}{9}$ tur atar.

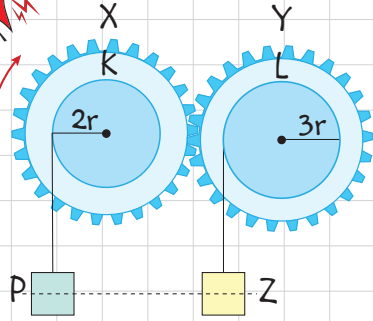
M dişlisinin tur sayısını $n_Y \cdot r_Y = n_M \cdot r_M$ ile bulunur.

$$\frac{4}{9} \cdot r = n_M \cdot 2r \Rightarrow n_M = \frac{2}{9} \text{ tur atar.}$$

K ile X zıt yönde Y ile M zıt yönde döner. Buna göre M dişlisi 2 yönünde $\frac{2}{9}$ tur atar.

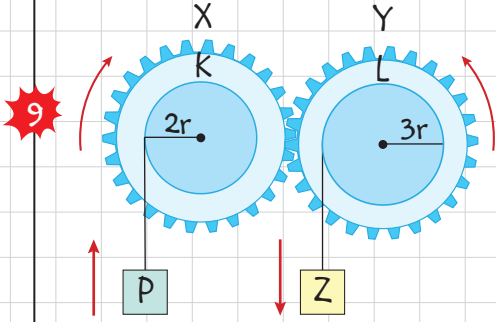


ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki X ve Y dişlileri özdeşdir. X dişlisi ok yönünde bir tur attığında P cismi h kadar yükseliyor. Buna göre P ve Z cisimleri arasındaki fark kaç h olur?

Çözüm:



K dişlisi X dişlisi ile aynı yönde 1 tur atar. Bu durumda P yükü $2\pi 2r$ kadar yükselir.

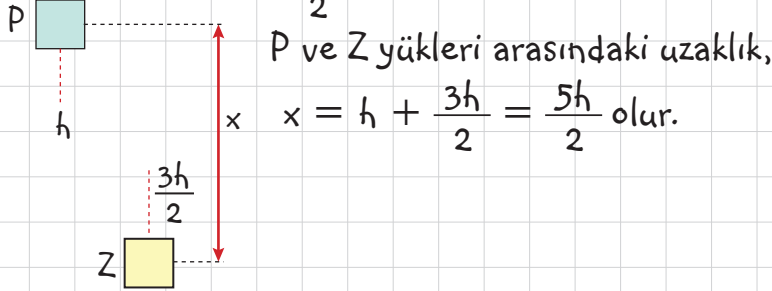
$$h = 4\pi r$$

Y dişlisi ile X dişlisi özdeş olduğu için tur sayıları aynı, dönme yönleri terstir. L dişlisi Y dişlisi ile eş merkezli olduğu için Y dişlisi ile aynı yönde ve eşit sayıda döner.

Bu durumda Z yükü aşağı yönde,

$$h' = 2\pi 3r$$

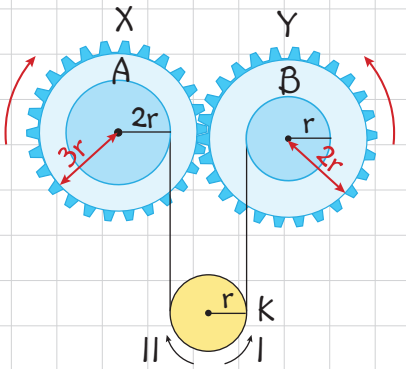
$$h' = 6\pi r = \frac{3h}{2} \text{ hareket eder.}$$



P ve Z yükleri arasındaki uzaklık,

$$x = h + \frac{3h}{2} = \frac{5h}{2} \text{ olur.}$$

10



Şekildeki dişli ve kasnaklarla kurulan sistemde, X dişlisi ok yönünde 2 tur atıp döndürülüyor.

Buna göre K kasnağı;

a) Hangi yönde kaç tur döner?

b) K kasnağı kaç πr kadar yükselir?

Çözüm:

X dişlisi ve Y dişlisi birbirine zıt yönde döner.

$$n_X \cdot r_X = n_Y \cdot r_Y$$

$$2 \cdot 3r = n_Y \cdot 2r$$

$$n_Y = 3 \text{ tur}$$

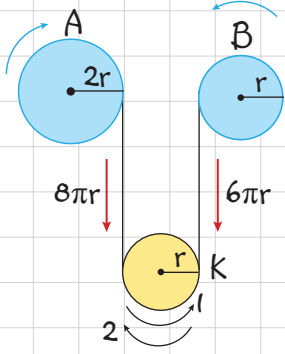
Y dişlisi 3 tur döner.

Bu durumda A kasnağı 2 tur, B kasnağı 3 tur döner.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

Çözüm:



A ve B kasağları dönerken çevrelerinin uzunluğu kadar ip salarlar.

A kasağından salınan ipin uzunluğu,

$$L_A = n \cdot 2\pi \cdot 2r = 2 \cdot 4\pi r = 8\pi r$$

B kasağından salınan ipin uzunluğu,

$$L_B = n \cdot 2\pi \cdot r = 3 \cdot 2\pi r = 6\pi r$$

Kasağlardan salınan iplerin yarısı K hareketli makarasını döndürür. Yarısı hareket ettirir.

a) A kasağından salınan $\frac{8\pi r}{2} = 4\pi r$ kadarlık ip K hareketli makarasını 1 yönünde çevirir.

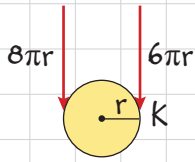
B kasağından salınan ip $\frac{6\pi r}{2} = 3\pi r$ kadarlık ip, K hareketli makarasını 2 yönünde çevirir.

A kasağından salınan ip daha fazla olduğu için K hareketli makarası 1 yönünde döner. Tur sayısı,

$$4\pi r - 3\pi r = n \cdot 2\pi r \Rightarrow \pi r = n \cdot 2\pi r \Rightarrow n = \frac{1}{2}$$

K hareketli makarası 1 yönünde $\frac{1}{2}$ tur döner.

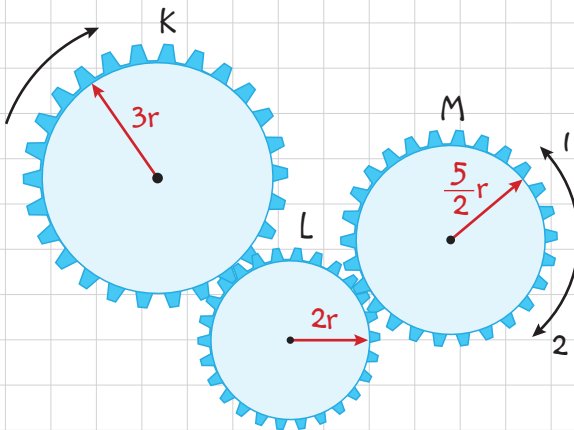
b)



K hareketli makarası aşağı yönde hareket eder. K makarası,

$$h = \frac{8\pi r}{2} + \frac{6\pi r}{2} = 7\pi r$$

SIRA SİZDE



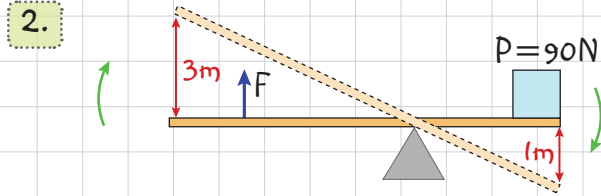
Şekildeki K, L ve M dişlilerinin yarıçapları sırasıyla $3r$, $2r$ ve $\frac{5}{2}r$ 'dir.

K dişlisi ok yönünde 5 tur atarsa M dişlisi hangi yönde kaç tur atar?

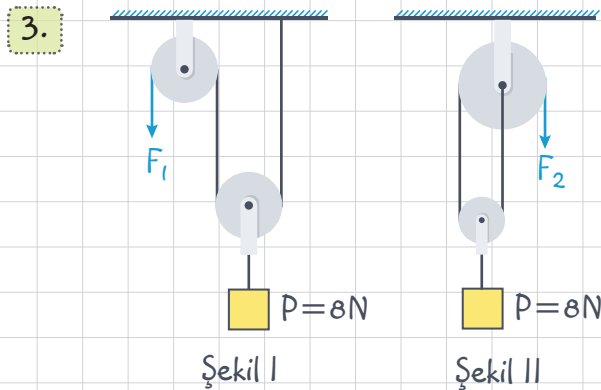
Çözüm:

TEST 12

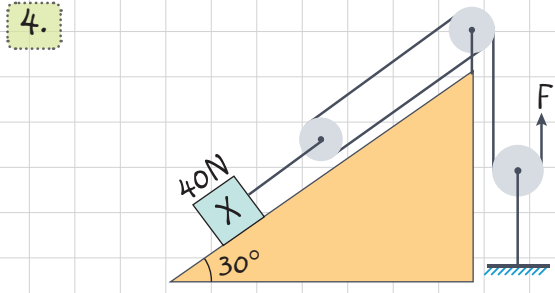
1. Basit makineler bize iş yapma kolaylığı sağlar.
 II. Basit makinelerde enerjiden kazanç olmaz.
 III. Basit makinelerde kuvvetten kazanç olursa yoldan kayıp vardır.
 Yukarıdaki yargılarından hangileri doğrudur?
 A) Yalnız I B) Yalnız II
 C) Yalnız III D) I ve II
 E) I, II ve III



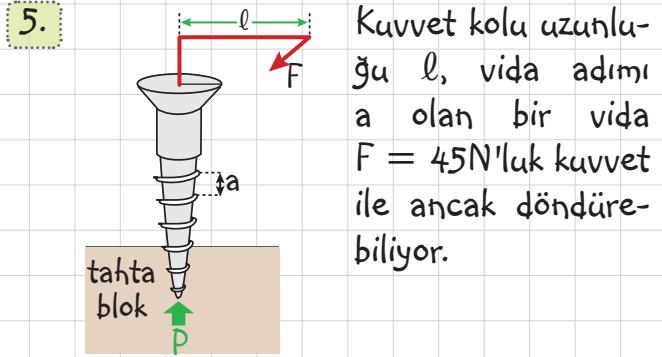
- Şekildeki 90N'lık P yükü F kuvveti yardımıyla 1m aşağı yönde hareket ettiriliyor.
 Buna göre F kuvvetinin yaptığı iş kaç joule'dür?
 A) 40 B) 50 C) 70 D) 90 E) 100



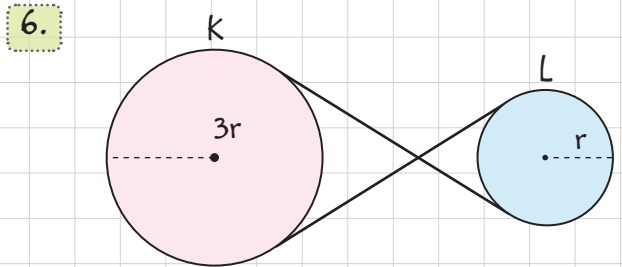
- Şekil I ve Şekil II'deki sistemler F_1 ve F_2 kuvvetleri ile dengededir.
 Buna göre $\frac{F_1}{F_2}$ oranı nedir? (Makaralar özdeş ve her bir makaranın ağırlığı 2N'dur.)
 A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2



- Şekildeki sürtünmesiz sistem dengededir.
 F kuvveti ile ip 6m çekilirse X cismi kaç m yükselir? (Makara ağırlıkları önemsizdir. $\sin 30 = \frac{1}{2}$, $\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$)
 A) $\frac{2}{3}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3



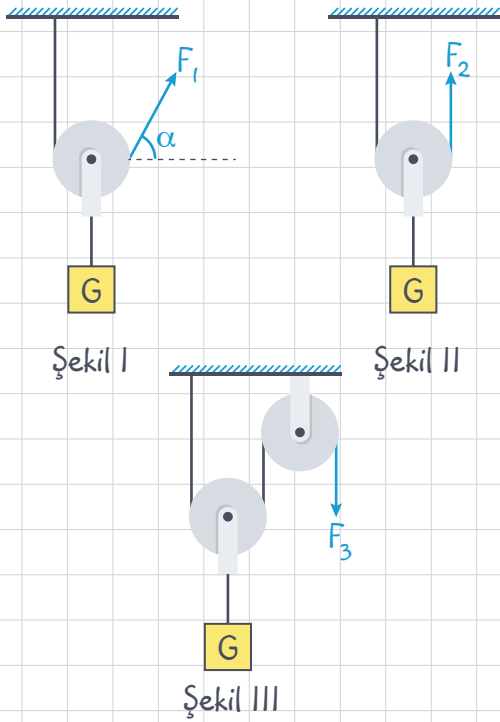
- Kuvvet kolu uzunluğu l, vida adımı a olan bir vida $F = 45N$ 'luk kuvvet ile ancak döndürebiliyor.
 Vidanın tahta blokta ilerlemesine karşı koyan direnç kuvvet $P = 60N$ olduğuna göre $\frac{l}{a}$ oranı kaçtır? ($\pi = 3$)
 A) $\frac{2}{9}$ B) $\frac{1}{9}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{1}{2}$ E) 1



- Şekildeki K kasnağı 1 tur dönerse L kasnağı kaç tur döner?
 A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) 1 D) 2 E) 3

TEST 12

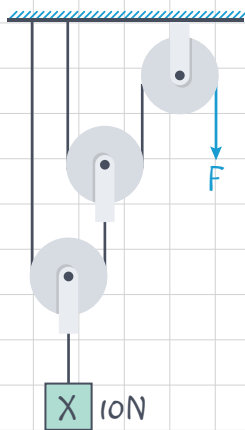
7.



G ağırlıklı cisimler ağırlıksız makaralar yardımı ile Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki gibi F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri ile dengede tutulmaktadır. Buna göre F_1 , F_2 ve F_3 arasındaki büyüklük ilişkisi nasıldır?

- A) $F_1 > F_2 > F_3$ B) $F_3 > F_1 > F_2$
 C) $F_1 = F_3 > F_2$ D) $F_1 = F_2 = F_3$
 E) $F_1 > F_2 = F_3$

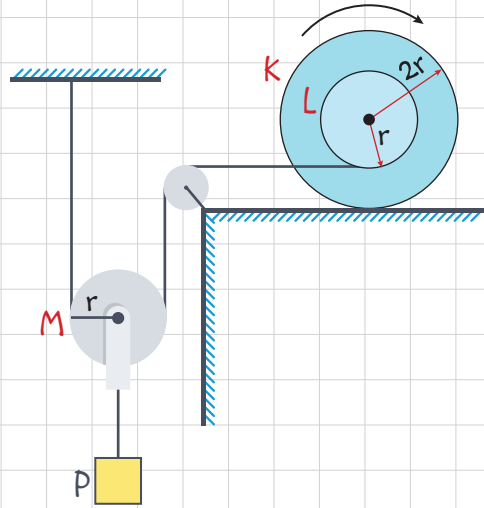
8.



Şekildeki düzenekte makaralar özdeş ve her bir makaranın ağırlığı 2N'dur. 10N ağırlığındaki X yükü F kuvveti ile dengede tutulduğuna göre, F kuvveti kaç N'dur?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

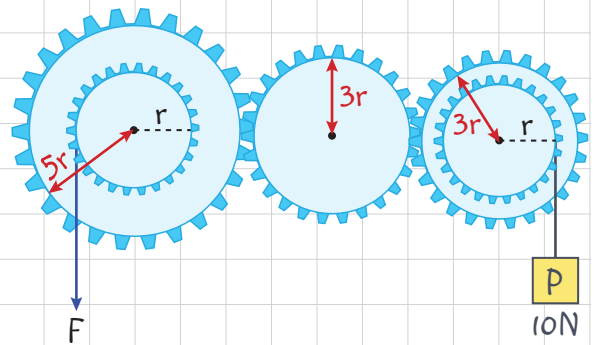
9.



Şekildeki K, L ve M kasnaklarının yarıçapları sırasıyla $2r$, r ve r 'dir. K kasnağı ok yönünde 3 tur atarsa P yükü kaç πr yükselir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

10.



Şekildeki ağırlığı 10N olan P yükü F kuvveti ile dengeleniyor. Buna göre F kuvveti kaç N olur?

- A) 30 B) $\frac{50}{3}$ C) 12,5 D) 7,5 E) $\frac{25}{4}$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.1. ELEKTRİKSEL KUVVET VE ELEKTRİK ALANI

2.1.1. Elektriksel Kuvvet ve Coulomb Yasası

2.1.2. Noktasal Yük için Elektrik Alan

2.1. ELEKTRİKSEL KUVVET VE ELEKTRİK ALANI

2.1.1. ELEKTRİKSEL KUVVET VE COULOMB YASASI

Elektrikle yüklü noktasal cisimler bir araya geldiklerinde birbirlerini iterler ya da birbirlerini çekerler.

Elektrik yüklerinin birbirini itme ya da çekme kuvvetine denir.

Coulomb Yasası

Yüklü cisimler birbirini yüklerinin çarpımı ile, aralarındaki uzaklığın karesi ile orantılı olarak iterler ya da çekerler. Bu kanuna **Coulomb yasası** denir.

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

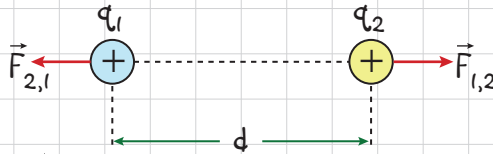
Coulomb Yasası

F = İtme ya da çekme kuvveti

k = Coulomb sabiti = $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

$q_1 \cdot q_2$ = Cisimlerin yükleri (Coulomb)

d = Yükler arasındaki uzaklık



$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$



İki parçacığın yük büyüklüğü ne olursa olsun yüklerin birbirine uyguladığı kuvvet **ve zıt yönlüdür.**



Elektriksel kuvvet, 4 temel kuvvetten biridir.



Elektriksel kuvvet temas, gerektirmeyen kuvvettir.



K sabiti yüklerin bulunduğu ortamın cinsine bağlıdır.

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \text{ dir.}$$

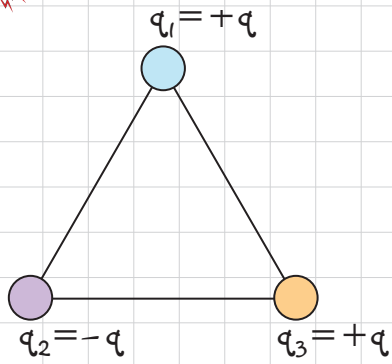
ϵ_0 = Boş uzayın elektriksel geçirgenliğidir.

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



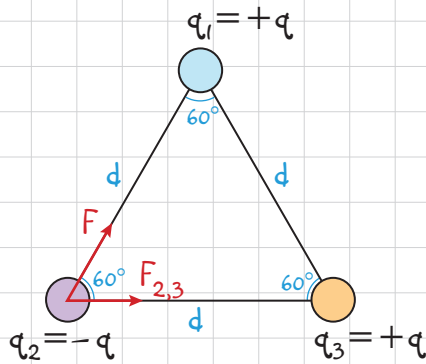
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



q_1 , q_2 ve q_3 yükleri bir eşkenar üçgenin köşelerine yerleştirilmiştir.

q_1 yükünün q_2 yüküne uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü F ise q_2 yüküne etki eden bileşke elektriksel kuvvetin büyüklüğü kaç F 'dir?

Çözüm:

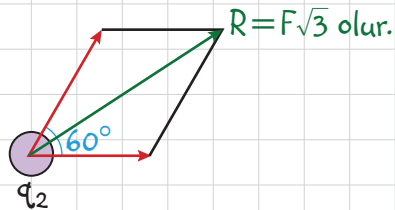


q_1 ve q_2 yükleri zıt işaretli oldukları için birbirini çeker.

Çekme kuvvetinin büyüklüğü $F = k \cdot \frac{q \cdot q}{d^2} = F$ kadardır.

q_2 ve q_3 yükü de birbirini çeker. Çekme kuvvetleri; $F_{2,3} = k \cdot \frac{q \cdot q}{d^2} = F$ 'dir.

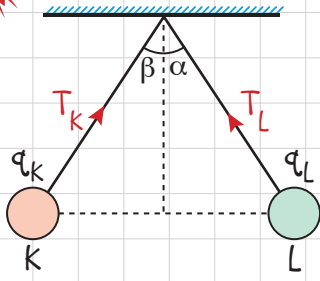
İki kuvvet eşit, aradaki açı 60° ise bileşke kuvvet; kuvvetlerden birinin $\sqrt{3}$ katıdır.



q_2 yüküne etki eden bileşke kuvvet $F\sqrt{3}$ kadardır.



GÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

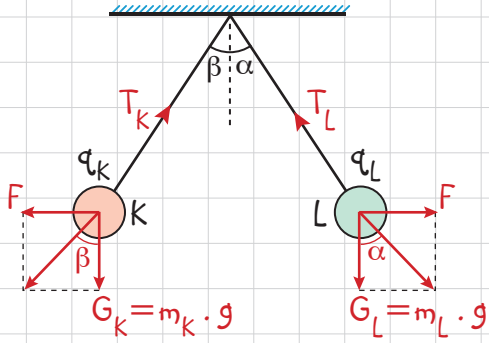


2a

Yükleri q_k ve q_L , kütleleri m_k ve m_L olan K ve L cisimleri şekildeki gibi dengededir.

$\alpha > \beta$ olduğuna göre, iplerdeki gerilme kuvvetleri arasındaki ilişki nedir?

Çözüm:



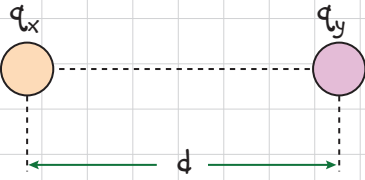
$\alpha > \beta \Rightarrow \tan \alpha > \tan \beta$ 'dir.

$$\frac{F}{m_L \cdot g} > \frac{F}{m_k \cdot g} \text{ olur.}$$

$m_k > m_L$ bulunur.

$G_k > G_L$ ise $T_k > T_L$ olur.

SIRA SİZDE



43

Şekildeki X ve Y cisimleri arasındaki uzaklık d iken cisimler birbirini F kuvveti ile itmektedir.

Yüklerden biri iki katına çıkarılıp aradaki uzaklık yarıya indirilirse, itme kuvveti kaç F olur?

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



2.1.2. NOKTASAL YÜK İÇİN ELEKTRİK ALAN

Bir elektrik yükünün çevresindeki yüklü parçacıklara kuvvet uyguladığı bölgeye yani elektrik yükünün elektriksel kuvvet etkisini gösterdiği alana denir.

Diğer bir tanımla; yüklü bir cismin, bir noktadaki pozitif birim yüke uyguladığı **elektrik alan** denir. bir büyüklüktür. Birimi N/C'dur.

Elektrik alan büyüklüğü;

$$\vec{E} = k \frac{q}{d^2}$$

\vec{E} = Yükün elektrik alanı
k = Coulomb sabiti
q = Yük değeri
d = Uzaklık

ile bulunur.

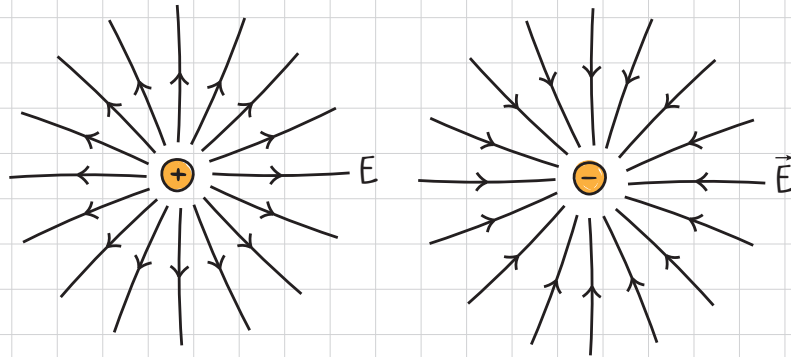
+q ve -q yüklerinin d uzaklıkta oluşturduğu elektrik alan vektörleri aşağıdaki gibidir.



Birden fazla yükün bir noktada oluşturduğu elektrik alan, her bir yükün o noktada oluşturduğu elektrik alanın vektörel toplamıdır.

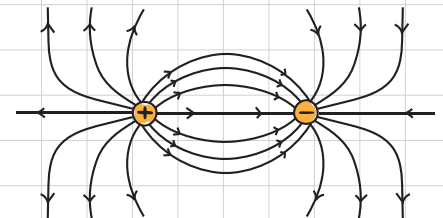
● Noktasal Yüklerin Elektrik Alan Kuvvet Çizgileri

Elektrik alan, kuvvet çizgileri ile gösterilir.

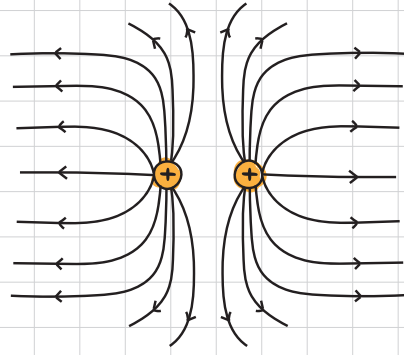


(+q) yükünün etrafında oluşturduğu elektrik alan Şekil I'deki gibi doğru, (-q) yükünün etrafında oluşturduğu elektrik alan Şekil II'deki gibi

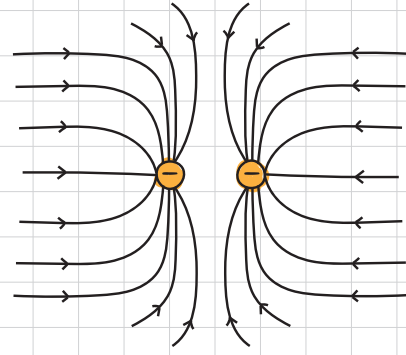
Sabit tutulan eşit büyüklükteki yüklerin oluşturduğu elektrik alan kuvvet çizgileri yandaki gibidir.



Sabit tutulan eşit büyüklükteki aynı cins yüklerin oluşturduğu elektrik alan kuvvet çizgileri Şekil I ve Şekil II'deki gibidir.



Şekil I



Şekil II



Elektrik alan kuvvet çizgileri yükten çıkıp yükte son bulur.



Kuvvet çizgileri, yükün dışında hiçbir zaman birbirini



Herhangi bir noktadaki elektrik alan şiddeti vektörü, o noktadan geçen alan çizgilerine

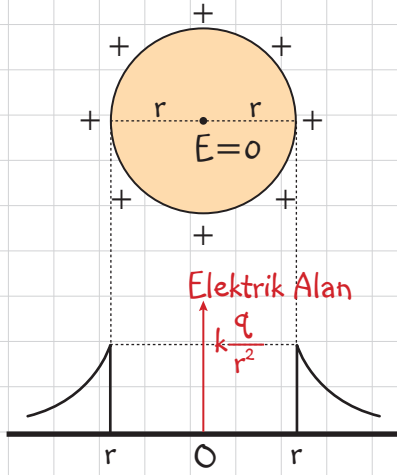


Elektrik alan şiddeti birimi $\frac{\text{Newton}}{\text{Coulomb}} = \frac{\text{Volt}}{\text{Metre}}$ 'dir.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



Yüklü İletken Kürenin Elektrik Alanı



r yarıçaplı yüklü bir kürenin içinde elektrik alan 0'dır.

Küre yüzeyinde elektrik alan ve

$$E = k \frac{Q}{d^2} \text{ ile bulunur.}$$

Küre yüzeyinden uzaklaştıkça elektrik alan

Küre yüzeyinden d kadar uzaklıkta elektrik alan şiddeti

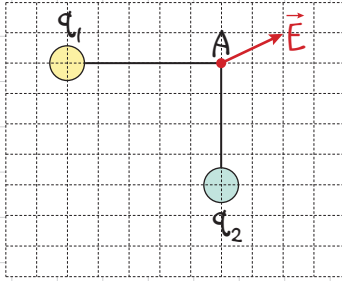
$$E = k \frac{Q}{(r + d)^2} \text{ kadardır.}$$



Yüklü bir kürenin herhangi bir noktadaki bulunurken, bütün yük küre merkezinde toplanmış gibi kabul edilir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

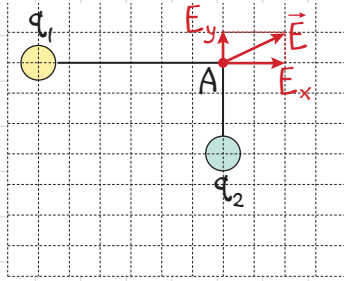


Sabitlenmiş q_1 ve q_2 yüklerinin A noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alan şeklindeki gibidir.

Buna göre $\frac{q_1}{q_2}$ oranı nedir? (Birimkareler özdeşdir.)

Çözüm:

3



Elektrik alanı bileşenlerine ayıralım.

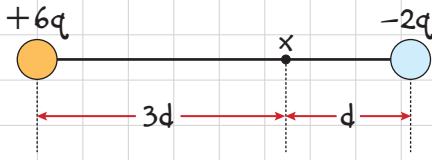
$$E_x = 2 \text{ birim}$$

$$E_y = 1 \text{ birim olur.}$$

E_x ve E_y 'nin yönleri incelendiğinde, q_1 ve q_2 yüklerinin her ikisinin de işaretinin (+) olduğu görülür.

$$\frac{E_x = k \cdot \frac{q_1}{6^2}}{E_y = k \cdot \frac{q_2}{(3)^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\frac{q_1}{36}}{\frac{q_2}{9}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = +8 \text{ olur.}$$

SIRA SİZDE

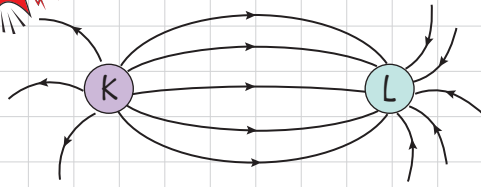


Sabitlenmiş q_1 ve q_2 yüklerinin X noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alan kaç $k \frac{q}{d^2}$ 'dir?

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Elektrik ile yüklü K ve L cisimlerinin oluşturduğu elektrik alan kuvvet çizgileri şekildeki gibidir.

Buna göre K ve L cisimlerinin yüklerinin işareti ve büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

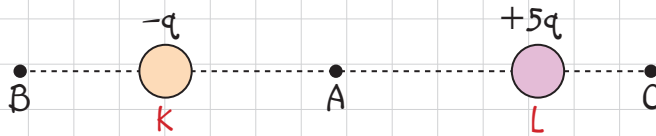
4

Çözüm:

Elektrik alan kuvvet çizgilerinin yönü (+) yükten, dışa doğru (-) yüke doğrudur. Buna göre; **K(+), L ise (-) yüklüdür.**

L yükünün çevresinde elektrik alan çizgi sayısı daha fazladır.

Buna göre, **$q_L > q_K$ dır.**



Elektrik yükleri $-q$ ve $+5q$ olan K ve L cisimleri şekildeki konumda tutulmaktadır.

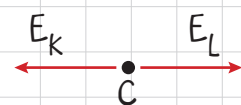
Buna göre A, B ve C noktalarından hangilerinde elektrik alan şiddeti sıfır olabilir?

Çözüm:

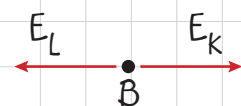
5



A noktası yükler arasında bir noktadır. K ve L cisimleri A noktasında aynı yönlü elektrik alan oluştururlar. Dolayısıyla A noktasında elektrik alan 0 olamaz.



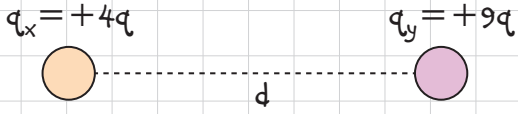
C noktasında K ve L zıt yönlü elektrik alan oluşturur. Ancak L yükü fazla olduğu için elektrik alan 0 olamaz.



B noktasında K ve L zıt yönlü elektrik alan oluşturur. L cisminin yükü fazla, B noktasına uzaklığı da fazla olduğu için yalnızca B noktasında elektrik alan şiddeti 0 olabilir.

TEST 13

1.

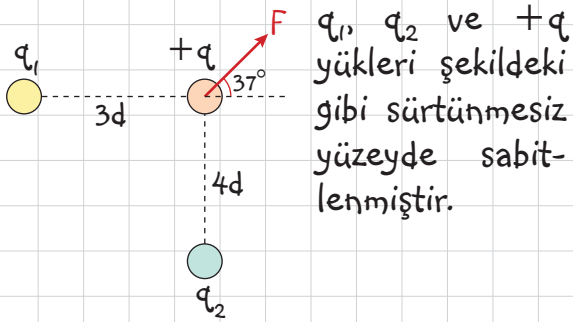


Aralarında d kadar uzaklık bulunan $q_x = +4q$ ve $q_y = +9q$ yükleri şekildeki gibi sabitlenmiştir.

Buna göre $(-3q)$ değerindeki z yükü, q_x yükünden kaç d uzağa konulursa dengede kalır?

- A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{1}{5}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{3}{2}$

2.

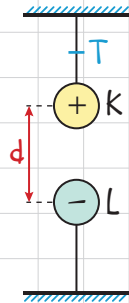


q_1 , q_2 ve $+q$ yükleri şekildeki gibi sürtünmesiz yüzeyde sabitlenmiştir.

$(+q)$ yüküne etki eden bileşke elektiriksel kuvvet şekildeki gibi olduğuna göre $\frac{q_1}{q_2}$ oranı nedir? ($\sin 37 = 0,6$, $\cos 37 = 0,8$)

- A) $\frac{3}{4}$ B) $\frac{1}{4}$ C) 1 D) $\frac{4}{3}$ E) 2

3.

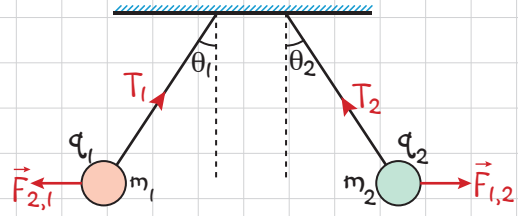


Kütleleri G olan özdeş cisimlerden K cismi $(+)$, L cismi $(-)$ yüklüdür. Sistem dengede iken ipteki gerilme kuvveti $4G$ oluyor.

K cismi ile L cismi arasındaki uzaklık yarıya indirilirse ipteki gerilme kuvveti kaç G olur?

- A) 13 B) 11 C) 10 D) 8 E) 2

4.



İpek ipliklerle asılmış m_1 , m_2 kütleli parçacıkların yükleri q_1 ve q_2 'dir. Parçacıklar şekildeki gibi dengede olduklarına göre;

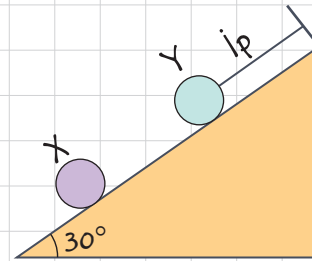
- I. $m_1 > m_2$
- II. $T_1 > T_2$
- III. $\vec{F}_{1,2} > \vec{F}_{2,1}$

yargılarından hangileri doğrudur?

($Q_1 < Q_2$)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

5.



Kütlesi $4G$, yükü $(+q)$ olan X cismi ile kütlesi $5G$, yükü $(2q)$ olan Y cismi sürtünmesiz eğik düzlemde şekildeki gibi dengede duruyorlar.

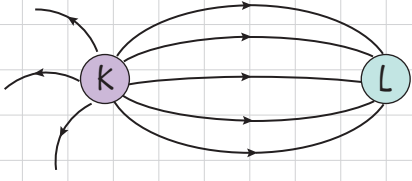
Buna göre ipteki gerilme kuvveti kaç

G 'dir? ($\sin 30 = \frac{1}{2}$, $\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$)

- A) 9 B) $\frac{9}{2}$ C) 4 D) 2 E) 1

TEST 13

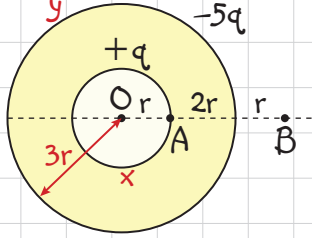
6.



K ve L cisimlerine ait elektrik alan kuvvet çizgileri şekildeki gibidir. K cisminin yükü q_K ve L cisminin yükü q_L olduğuna göre $\frac{q_K}{q_L}$ oranı kaçtır?

- A) 1 B) $\frac{8}{5}$ C) 2 D) $\frac{8}{3}$ E) 3

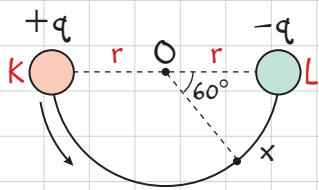
7.



O merkezli iletken kürelerden X küresinin yarıçapı r, yükü (+q); Y küresinin yarıçapı 3r, yükü (-5q)'dur. A noktasındaki elektrik alan büyüklüğü E ise B noktasındaki elektrik alanın büyüklüğü kaç E'dir?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 2

8.



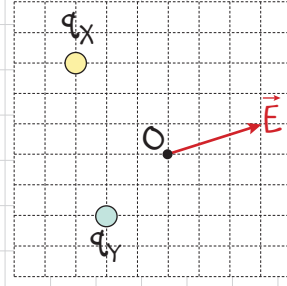
Şekildeki K cisminin yükü (+q), L cisminin yükü (-q)'dur.

Küreler şekildeki konumda iken O noktasındaki bileşke elektrik alan $2E$ 'dir. K küresi X noktasına getirilirse O noktasındaki bileşke elektrik alan kaç E olur?

$$(\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}, \cos 60 = \frac{1}{2})$$

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

9.

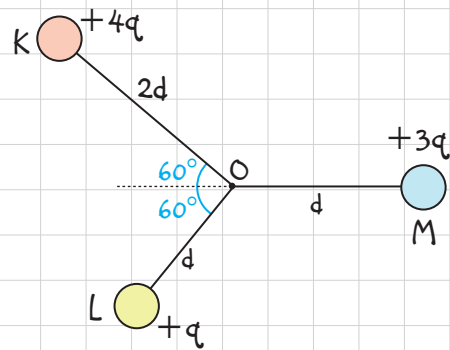


Noktasal X ve Y cisimlerinin O noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alan şekildeki gibidir.

Buna göre $\frac{q_X}{q_Y}$ oranı nedir? (Birimkareler özdeştir.)

- A) $\frac{8}{7}$ B) $\frac{9}{8}$ C) $\frac{1}{8}$ D) $\frac{7}{8}$ E) $\frac{8}{9}$

10.



Şekildeki noktasal K, L ve M cisimlerinin yükleri sırasıyla +4q, +q ve +3q olur.

Buna göre O noktasındaki bileşke elektrik alan kaç $k \frac{q}{d^2}$ 'dir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.2. ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

- 2.2.1. Noktasal Yüklerin Elektrik Potansiyel Enerjisi
- 2.2.2. Noktasal Yüklerin Elektrik Potansiyeli
- 2.2.3. Yüklü İletken Kürenin Elektriksel Potansiyeli
- 2.2.4. Elektriksel İş

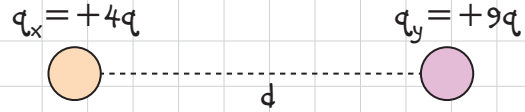
2.2. ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

2.2.1. NOKTASAL YÜKLERİN ELEKTRİK POTANSİYEL ENERJİSİ

Daha önce zıt yüklerin birbirini çektiğini, aynı cins yüklerin birbirini ittiğini öğrendik. Bu itme ya da çekme olayı elektriksel kuvvetler tarafından gerçekleştirilir. Yükler serbest bırakılırsa hareket ederler yani elektriksel kuvvetler yapar. Bu iş, yüklerde potansiyel enerji olarak depolanır.

Elektriksel potansiyel enerji, elektrik alanında bulunan bir yükün dolayı sahip olduğu enerjidir. bir büyüklüktür. Birimi Joule'dür.

$$E_p = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} \text{ ile bulunur.}$$



E_p = Elektriksel potansiyel enerji (J)
 k = Coulomb sabiti (Nm^2/c^2)
 q_1, q_2 = Yükler (c)
 d = Yükler arası uzaklık (m)



Elektriksel potansiyel enerji ile ilgili hesaplamalar yapılırken yüklerin işareti formüllerde yazılır.



İkiden fazla sabit yükün oluşturduğu elektriksel potansiyel enerji, yüklerin ikerli potansiyeli enerjilerinin toplamına eşittir.



Aynı işaretli yükler birbirine yaklaştırılırsa elektriksel potansiyel enerji Bu durumda elektriksel kuvvetlere karşı iş yapılmıştır.



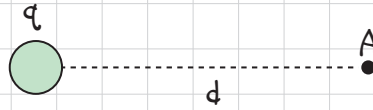
Zıt işaretli yükler birbirine yaklaştırılırsa elektriksel potansiyel enerji Bu durumda elektriksel kuvvetler iş yapar.



İki yük arasındaki uzaklık sonsuz ise potansiyel enerji

2.2.2. NOKTASAL YÜKLERİN ELEKTRİK POTANSİYELİ

+1 birimlik bir yükü sonsuzdan alıp, elektrik alandaki bir noktaya taşımak için elektriksel kuvvetlere karşı yapılan işe **o noktanın potansiyeli** denir. bir büyüklüktür. Birimi'tur.



q yükünün A noktasında oluşturduğu elektrik potansiyeli

$$V = k \frac{q}{d} \text{ ile bulunur.}$$

V = A noktasındaki q yükünün potansiyeli (Volt)
 k = Coulomb sabiti (Nm^2/C^2)
 q = Yük değeri (Coulomb)
 d = Uzaklık (metre)



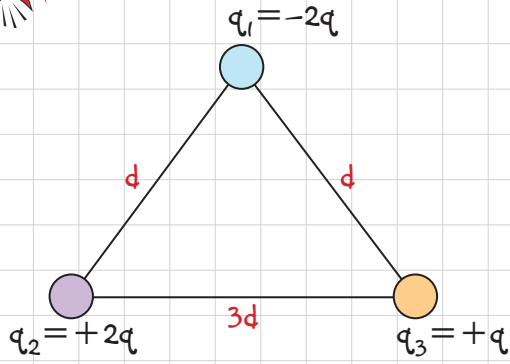
- ✓ Elektrik potansiyel hesaplanırken yükün işareti formüle yazılır.
- ✓ Birden fazla yükün bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel, yüklerin ayrı ayrı oluşturdukları potansiyellerin toplamı kadardır.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Bir üçgenin köşelerine $q_1 = -2q$, $q_2 = +2q$, $q_3 = +q$ yükleri şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

Buna göre sistemin elektriksel potansiyel enerjisi kaç $k \frac{q^2}{d}$ 'dir?

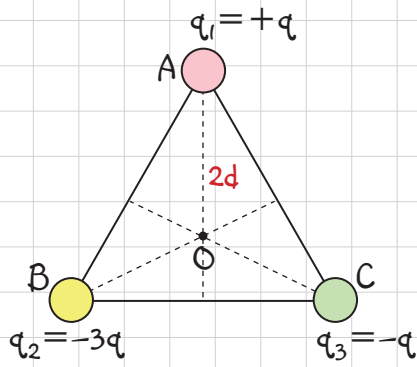
Çözüm:

İkiden fazla yükten oluşan sistemin potansiyel enerjisi bulunurken, yüklerin ikişerli potansiyel enerjileri bulunup toplanır.

$$E_p = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} + k \frac{q_1 \cdot q_3}{d} + k \frac{q_2 \cdot q_3}{d}$$

$$E_p = k \frac{(-2q) \cdot (+2q)}{d} + k \frac{(-2q) \cdot (+q)}{d} + k \frac{(+2q) \cdot (+q)}{d}$$

$$E_p = -4k \frac{q^2}{d}$$



Şekildeki eşkenar üçgenin köşelerine q_1 , q_2 ve q_3 yükleri yerleştirilmiştir.

$q_1 = +q$ yükünün O noktasındaki elektrik potansiyeli V ise O noktasının toplam potansiyeli kaç V 'dir?

2 Çözüm:

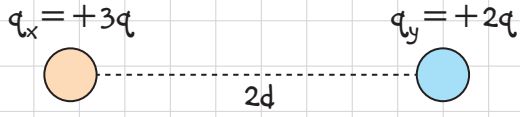
Elektrik potansiyeli skaler bir büyüklüktür. Birden fazla yükün bir noktada oluşturduğu elektrik potansiyel, her bir yükün O noktasındaki potansiyelinin skaler olarak toplanması ile bulunur.

$$V_0 = k \frac{q_1}{d_1} + k \frac{q_2}{d_2} + k \frac{q_3}{d_3}$$

$$V_0 = k \frac{q}{2d} - 3k \frac{q}{2d} - k \frac{q}{2d} \Rightarrow V_0 = -3V$$

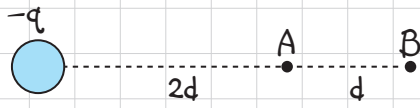
$+V$ $-3V$ $-V$

SIRA SİZDE



45 Şekildeki q_x ve q_y yüklerinden oluşan sistemin elektriksel potansiyel enerjisi kaç $k \frac{q^2}{d}$ 'dir?

Çözüm:



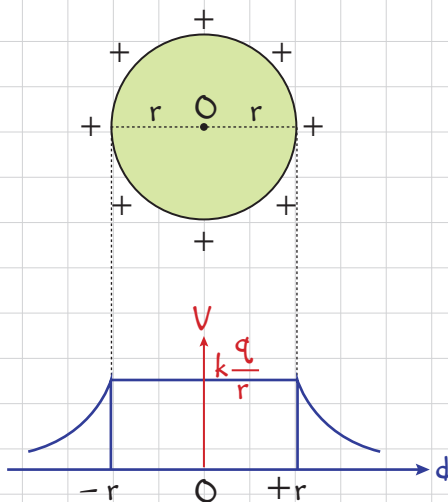
46 Şekildeki $-q$ yükünün A noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel V_A , B noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel V_B 'dir.

Buna göre $\frac{V_A}{V_B}$ oranı nedir?

Çözüm:

2.2.3. YÜKLÜ İLETKEN KÜRENİN ELEKTRİKSEL POTANSİYELİ

Yüklü bir iletken kürenin içinde elektrik alan 0'dır. Küre içindeki bir yükü, kürenin yüzeyine taşıırken yapılmaz. Yani kürenin içindeki ve kürenin yüzeyindeki potansiyel



İletken kürenin potansiyelinin uzaklığa bağlı grafiği



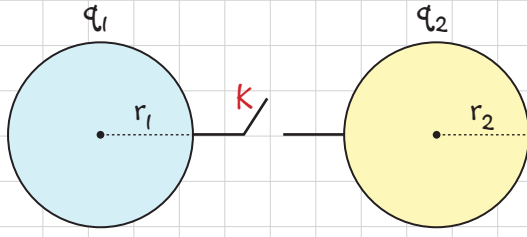
Yüklü kürenin içinde ve kürenin yüzeyindeki elektriksel potansiyel,

$$V = k \frac{q}{r} \text{ kadardır.}$$



Kürenin yüzeyinden uzaklaştıkça elektriksel potansiyel

Ortak Potansiyel

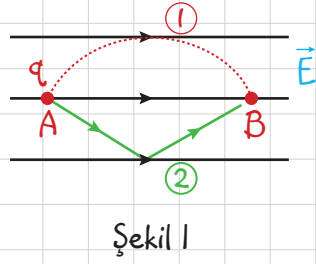


Potansiyelleri farklı q_1 ve q_2 yüklerine sahip X ve Y kürelerinin arasındaki K anahtarı kapatılınca, küreler birbirinden yük alıp vererek bir potansiyele ulaşırlar.

$$V_{\text{ort.}} = k \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} \text{ ile bulunur.}$$

$V_{\text{ort.}}$ = Ortak potansiyel (Volt)
 k = Coulomb sabiti (Nm^2/C^2)
 q_1, q_2 = Kürelerin yük miktarları (c)
 r_1, r_2 = Kürelerin yarıçapı (m)

Potansiyel Farkı



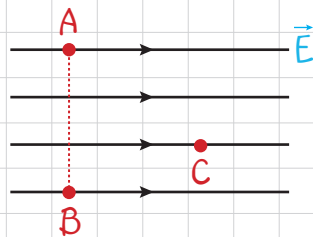
Düzgün elektrik alan içindeki bir q yükünü A noktasından B noktasına taşıdığımızda W kadar iş yaparız. Birim yük başına yapılan işe denir.

$$V_{AB} = V_B - V_A = \frac{W}{q} \text{ ile bulunur.}$$

V_{AB} = A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı
 V_B = B noktasının potansiyeli
 V_A = A noktasının potansiyeli
 W = q yükünün taşınması sırasında yapılan iş
 q = Taşınan yük



✓ Şekil I'deki q yükü, 2 farklı yoldan A noktasından B noktasına gelmesine rağmen yapılan iş
 ✓ Potansiyel, elektrik alan yönünde gidildikçe

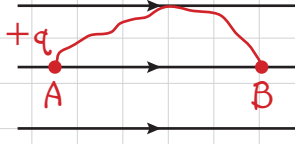


Şekil II

Şekil II'deki elektrik alan içinde A noktasının potansiyeli B noktasının potansiyeline eşittir. A, B ve C noktalarının potansiyellerinin büyüklük sıralaması $V_A = V_B > V_C$ 'dir.

2.2.4. ELEKTRİKSEL İŞ

Elektrik alan içindeki bir yükü bir noktadan alıp başka bir noktaya götürürken iş yapılır. Yapılan iş,

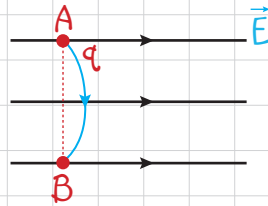


$$W = q \cdot (V_{\text{son}} - V_{\text{ilk}}) \text{ ile bulunur.}$$

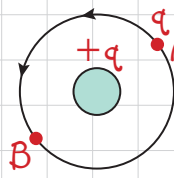
W = Yükün taşınması sırasında yapılan iş (Joule)
 q = Taşınan yük (Coulomb)
 V_{son} = Yükün taşındığı noktanın potansiyeli (Volt)
 V_{ilk} = Yükün harekete başladığı noktanın potansiyeli (Volt)



- ✓ Sonsuzun potansiyeli
- ✓ İş çıkarsa elektriksel kuvvetlere karşı iş yapılmış olur.
- ✓ İş çıkarsa elektriksel kuvvetler iş yapmış olur.



Şekil I



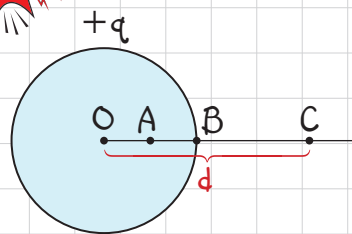
Şekil II

Bir q yükünü Şekil I'deki gibi A noktasından B noktasına götürürken iş yapılmaz. Şekil II'deki q yükünü A noktasından B noktasına götürürken iş yapılmaz.

Çünkü her iki şekildeki A ve B noktaları potansiyele sahiptir.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki $+q$ yüklü kürenin içindeki A noktasının potansiyeli V_A , kürenin yüzeyindeki B noktasının potansiyeli V_B , küre merkezinden d kadar uzaktaki C noktasının potansiyeli V_C 'dir.

Buna göre V_A , V_B ve V_C arasındaki ilişki nedir?

3 Çözüm:

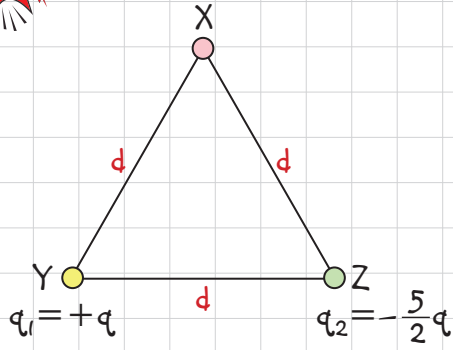
Yüklü iletken kürenin içinde ve yüzeyindeki potansiyeller birbirine eşittir. Küre yüzeyinden uzaklaştıkça potansiyel azalır.

Buna göre,

$$V_A = V_B > V_C \text{ olur.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki eşkenar üçgenin Y köşesine $+q$, Z köşesine $-\frac{5}{2}q$ yerleştirilmiştir. Sonsuzdaki $(+q)$ yükünü X noktasına taşıması sırasında yapılan iş kaç $k \frac{q^2}{d}$ 'dir?

Çözüm:

Bu tipteki soruları iki yöntem ile çözebiliriz.

I. Yöntem

Sistemin enerjisindeki değişim, yapılan işi verir.

$$E_1 = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} = k \frac{q \cdot (-\frac{5}{2}q)}{d} = -\frac{5}{2} k \frac{q^2}{d}$$

$$E_2 = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} + k \frac{q \cdot q_3}{d} + k \frac{q_2 \cdot q_3}{d}$$

$$= k \frac{(+q) \cdot (-q)}{d} + k \frac{(+q) \cdot (-\frac{5}{2}q)}{d} + k \frac{(+q) \cdot (-\frac{5}{2}q)}{d}$$

$$E_2 = -k \frac{q^2}{d}$$

$$W = E_2 - E_1 = k \frac{q \cdot q_3}{d} + k \frac{q_2 \cdot q_3}{d}$$

$$W = k \frac{q \cdot q}{d} + k \frac{q \cdot (-\frac{5}{2}q)}{d} = -\frac{3}{2} k \frac{q^2}{d}$$

II. Yöntem

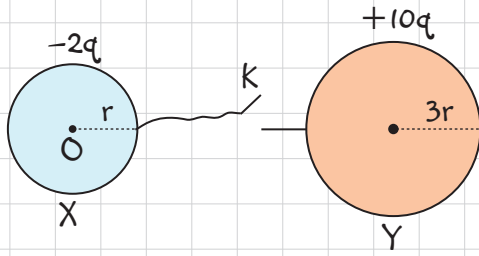
$W = q \cdot (V_x - V_\infty)$ ile bulunur. Sonsuzun potansiyeli 0'dır.

$$W = q \left[\left(k \cdot \frac{q}{d} - \frac{5}{2} k \frac{q}{d} - 0 \right) \right]$$

$$W = \left[-\frac{3kq}{2d} \right]$$

$$W = -\frac{3}{2} k \frac{q^2}{2d} \text{ bulunur.}$$

SIRA SİZDE



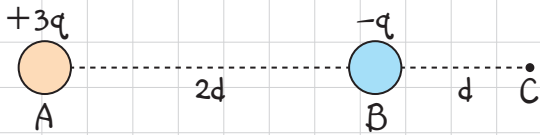
47

Şekildeki X küresinin yarıçapı r yükü $-2q$ 'dur.

Y küresinin yarıçapı $3r$ yükü $(+10q)$ 'dur.

Küreler arasındaki anahtar kapatılırsa kürelerin ortak potansiyeli kaç $k \frac{q}{r}$ olur?

Çözüm:



48

Şekildeki A noktasındaki $+3q$ yükü sabitlenmiştir.

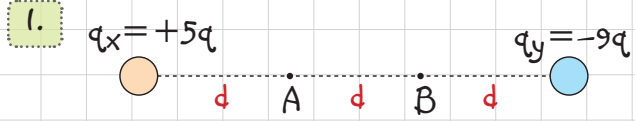
B noktasındaki $-q$ yükünün, B noktasından C noktasına taşınması sırasında yapılan iş kaç $k \frac{q^2}{d}$ 'dir?

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:

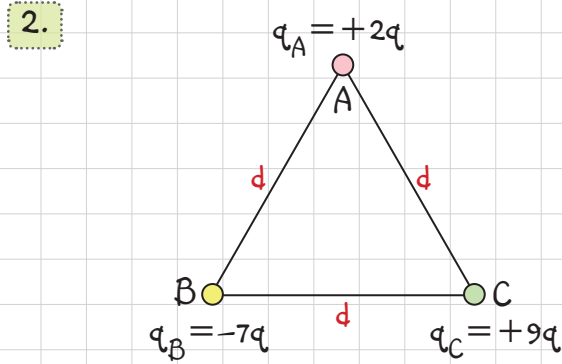


TEST 14



Şekildeki q_x ve q_y yükleri sabitlenmiştir. A noktasının potansiyeli $+V$ 'dir. Buna göre B noktasının potansiyeli kaç V 'dir?

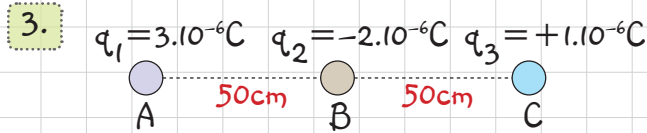
- A) $+2V$ B) $-2V$ C) 0
D) $-13V$ E) $+13V$



Şekildeki eşkenar üçgen köşelerine $q_A = +2q$, $q_B = -7q$ ve $q_C = +9q$ yükleri sabitlenmiştir.

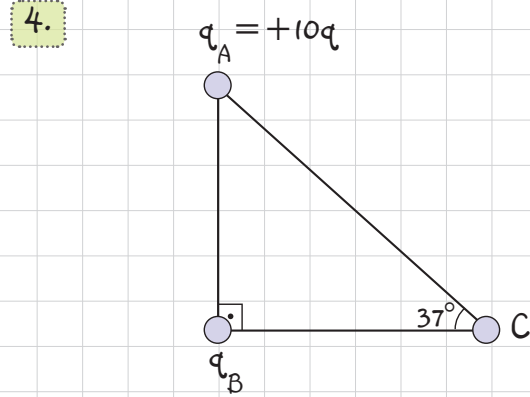
q_A yükünün sahip olduğu elektriksel potansiyel enerji kaç $k \frac{q^2}{d}$ 'dir?

- A) $+4$ B) $+2$ C) $+1$
D) -4 E) -2



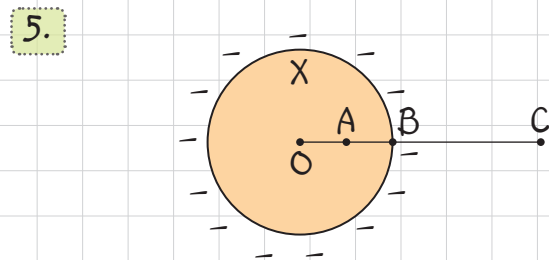
Şekildeki $q_1 = 3 \cdot 10^{-6}C$, $q_2 = -2 \cdot 10^{-6}$ ve $q_3 = +1 \cdot 10^{-6}C$ yükleri ile oluşturulmuş sistemin elektriksel potansiyel enerjisi kaç joule'dür? ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

- A) $10 \cdot 10^{-2}$ B) $9,7 \cdot 10^{-2}$
C) $11,7 \cdot 10^{-2}$ D) $12 \cdot 10^{-2}$
E) $12,1 \cdot 10^{-2}$



Şekildeki dik üçgenin A köşesine $q_A = +10q$ yükü, B köşesine q_B yükü konulup sabitlenmiştir. C noktasındaki elektriksel potansiyel sıfır olduğuna göre, q_B yükü kaç q 'dur?

- A) $+4$ B) $+3$ C) -4
D) -8 E) $+8$

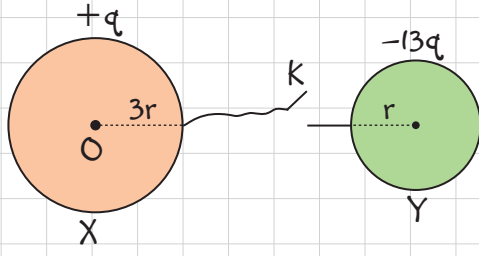


Şekildeki X küresi $(-)$ yüklüdür. Buna göre A noktasının elektriksel potansiyeli V_A , B noktasının elektriksel potansiyeli V_B , C noktasının elektriksel potansiyeli V_C arasındaki ilişki nedir?

- A) $V_A = V_B > V_C$ B) $V_C > V_A = V_B$
C) $V_A = V_B = V_C$ D) $V_B > V_C > V_A$
E) $V_B > V_A > V_C$

TEST 14

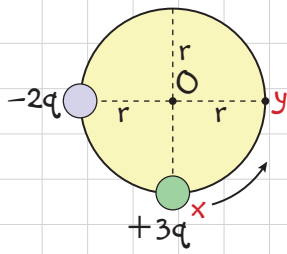
6.



3r yarıçaplı kürenin yükü $+q$, r yarıçaplı kürenin yükü ise $(-13q)$ 'dir. K anahtarı kapatılıp bir süre beklendiğinde kürelerin ortak potansiyeli kaç $k \frac{q}{d}$ olur?

- A) -3 B) -2 C) -1
D) +1 E) +3

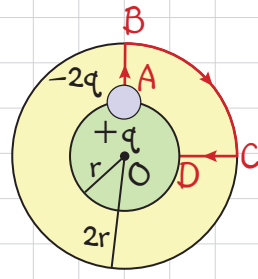
7.



$-2q$ ve $+3q$ değerindeki yükler şekildeki konumda iken O noktasındaki bileşke elektrik alan şiddeti E , O noktasının elektriksel potansiyeli V 'dir. X noktasındaki $+3q$ yükü Y noktasına taşınırsa E ve V nasıl değişir?

	E	V
A)	değişmez	değişmez
B)	artar	artar
C)	azalır	azalır
D)	azalır	değişmez
E)	artar	değişmez

8.

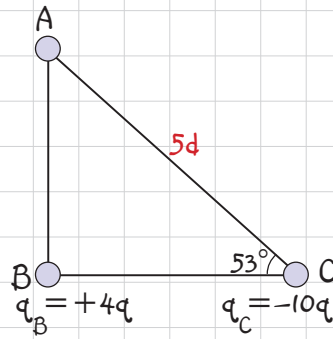


Şekildeki r ve $2r$ yarıçaplı çemberlerin merkezleri çakışmıştır. O noktasındaki $+q$ yükü sabitlemiştir.

A noktasındaki $-2q$ yükü önce A'dan B'ye sonra B'den C'ye son olarak da C'den D'ye getiriliyor. Buna göre hangi aralıkta iş yapılmamıştır?

- A) AB B) BC C) CD
D) AB ve CD E) BC ve CD

9.

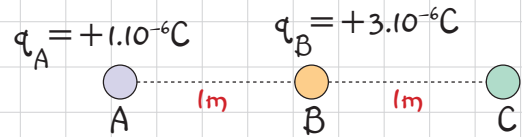


Şekildeki dik üçgenin B noktasına $q_B = +4q$, C noktasına $-10q$ yükü sabitlemiştir.

Sonsuzdaki $-q$ yükünü üçgenin A noktasına taşınması sırasında yapılan iş kaç $k \frac{q^2}{d}$ 'dir?

- A) +1 B) +2 C) -1
D) -2 E) 0

10.



A noktasında $+1 \cdot 10^{-6}$ C'luk q_A yükü şekildeki gibi sabitlemiştir. B noktasındaki $+3 \cdot 10^{-6}$ C'luk yük C noktasına götürülürken elektriksel kuvvetlerin yaptığı iş kaç joule'dür?

- ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)
A) $+9 \cdot 10^{-3}$ B) $+18 \cdot 10^{-3}$
C) $+27 \cdot 10^{-3}$ D) $-27 \cdot 10^{-3}$
E) $-\frac{27}{2} \cdot 10^{-3}$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.3. DÜZGÜN ELEKTRİK ALAN VE SİĞA

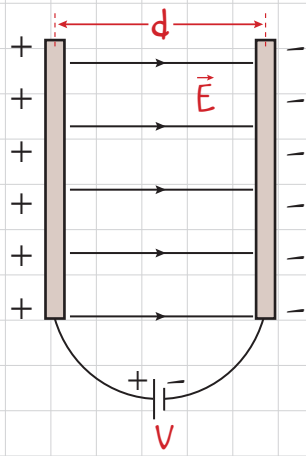
2.3.1. Paralel Levhalar Arasındaki Düzgün Elektrik Alan

2.3.2. Sığa

2.3.3. Sığaçlar

2.3. DÜZGÜN ELEKTRİK ALAN VE SİĞA

2.3.1. PARALEL LEVHALAR ARASINDAKİ DÜZGÜN ELEKTRİK ALAN



Birbirine paralel iki iletken levha bir üretcin kutuplarına bağlandığında, levhalardan biri (+) yük ile diğeri (-) yük ile miktarda yüklenirler.

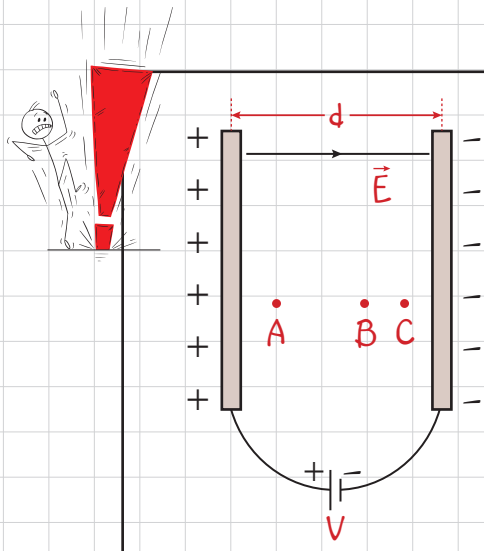
Bu levhalar arasında birbirine paralel elektrik alan oluşur. Bu şekilde oluşturulan elektrik alana denir.



Paralel levhalar arasındaki her noktada elektrik alanın büyüklüğü ve

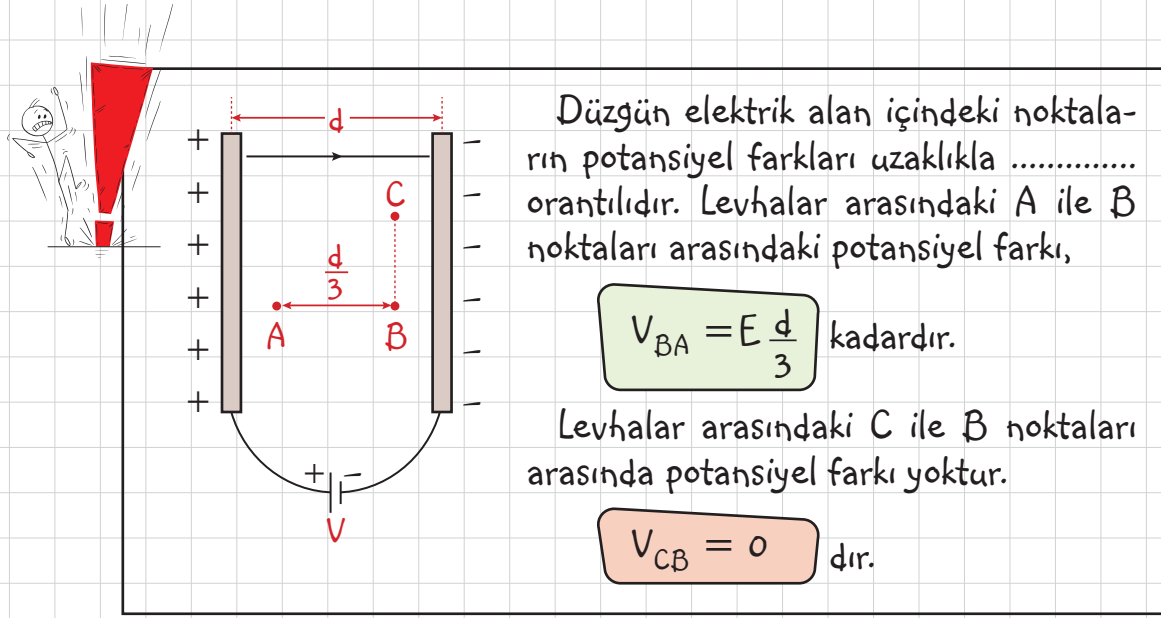
$$E = \frac{V}{d} \text{ kadardır.}$$

E = Elektrik alan şiddeti (Volt/metre)
 V = İki levha arasındaki potansiyel farkı (Volt)
 d = Levhalar arasındaki uzaklık (Metre)

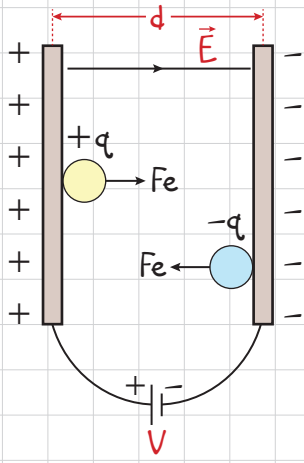


Paralel levhalar arasında (+) levhadan uzaklaştıkça potansiyel azalır.

$$V_A > V_B > V_C \text{ dir.}$$

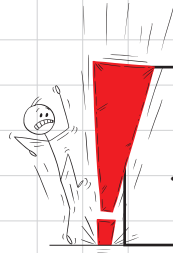


Yüklü Parçacıkların Düzgün Elektrik Alanda Hareketi



Düzgün elektrik alan içindeki q yüküne $F_e = q \cdot E$ kadar elektriksel kuvvet etki eder.

F_e = Elektriksel kuvvet (N)
 q = Parçacığın yükü (c)
 E = Elektrik alan şiddetinin büyüklüğü (N/c)



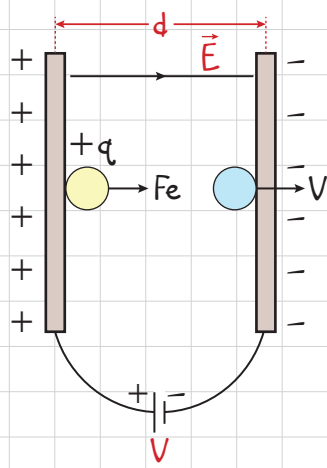
Düzgün elektrik alan içindeki (+) yüklü parçacığa elektrik alanla yönlü elektriksel kuvvet etki eder.



Düzgün elektrik alandaki (-) yüklü parçacığa elektrik alanla yönlü elektriksel kuvvet etki eder.



Düzgün elektrik alan içindeki yüksüz parçacığa elektriksel kuvvet



Şekildeki paralel levhalar arasındaki $+q$ yüklü parçacığa, elektrik alanla aynı yönde etki eden F_e kuvveti parçacığa ve ivme kazandırır. Yer çekimi kuvveti ihmal edilirse,

$$F_e = m \cdot a$$

kuvveti ile parçacık ivme kazanır.

$$F_e = q \cdot e \text{ ise;}$$

$$q \cdot E = m \cdot a \text{ olur.}$$

q = Parçacığın yükü
 E = Elektrik alan şiddeti
 m = Parçacığın kütlesi
 a = Parçacığın ivmesi

✓ **Levhalar Arasında Yapılan İş:** Parçacık (-) levhaya çarptığında elektriksel kuvvetin yaptığı iş;

$$W = F_e \cdot d$$

$$W = q \cdot E \cdot d = q \cdot \frac{V}{d} \cdot d$$

$$W = q \cdot V \text{ kadar olur.}$$

✓ Elektriksel kuvvetin yaptığı iş, m kütleli parçacığın kazandığı eşittir.

$$W = \Delta E_k = E_{k(\text{son})} - E_{k(\text{ilk})} = \frac{1}{2} m \vartheta^2 - 0$$

$$q \cdot V = \frac{1}{2} m \vartheta^2 \text{ kadar parçacık kinetik enerji kazanır.}$$

q = Parçacığın yükü (c)
 V = Levhalar arasındaki potansiyel farkı (V)
 m = Parçacığın kütlesi (kg)
 ϑ = Parçacığın (-) levhaya çarpma hızı (m/sn)

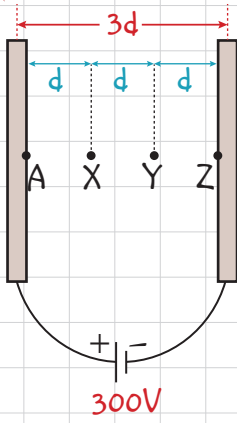


Paralel levhalar arasındaki bir parçacık; bir levhadan diğer levhaya kadar ulaştığında yapılan iş ve parçacığın kazandığı hız, levhalar arasındaki uzaklığa bağlı



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

1



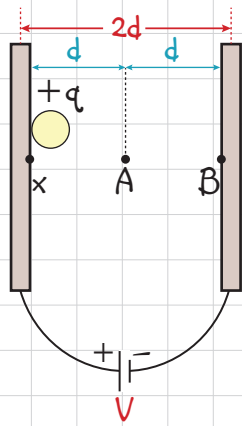
Şekildeki paralel levhalar arasındaki X ve Y noktaları arasındaki potansiyel farkı V_{YX} , X ve Z noktaları arasındaki potansiyel farkı V_{ZX} 'dir.

Buna göre $\frac{V_{YX}}{V_{ZX}}$ oranı nedir?

Çözüm:

Düzenli elektrik alan içindeki iki nokta arasındaki potansiyel farkı, noktalar arasındaki uzaklıkla doğru orantılıdır.

$$\left. \begin{array}{l} d_{AZ} = 3d \\ d_{XY} = d \\ d_{XZ} = 2d \end{array} \right\} \begin{array}{l} V_{ZA} = 300V \\ V_{YX} = 100V \\ V_{ZX} = 200V \end{array} \Rightarrow \frac{V_{YX}}{V_{ZX}} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$



Şekildeki paralel levhalar arasından serbest bırakılan (+q) yüklü parçacığın A noktasından geçerken ki kinetik enerjisi E_A , (-) yüklü levhaya çarptığındaki kinetik enerjisi E_B 'dir.

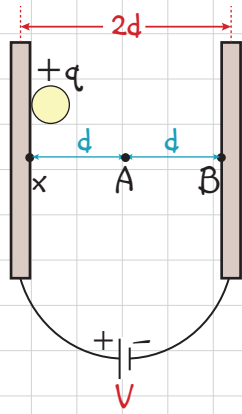
Buna göre $\frac{E_A}{E_B}$ oranı nedir?

Çözüm:

Paralel levhalar arasındaki parçacığa etki eden elektriksel kuvvetin yaptığı iş, parçacığa kinetik enerji olarak aktarılır.

$W = \Delta E_k$ parçacığın ilk hızı 0 olduğu için ilk kinetik enerjisi 0'dır.

2



$$W = F_e \cdot x \text{ idi.}$$

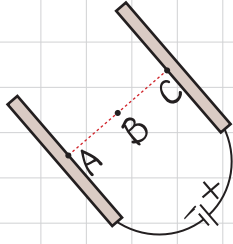
$$W_{xA} = q \cdot \frac{V}{2d} \cdot d = \Delta E_k = E_A - E_x^0 = E_A$$

$$W_{xB} = q \cdot \frac{V}{2d} \cdot 2d = \Delta E_k = E_B - E_x^0 = E_B$$

$$\frac{E_A = q \cdot \frac{V}{2}}{E_B = q \cdot V} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

SIRA SİZDE

49



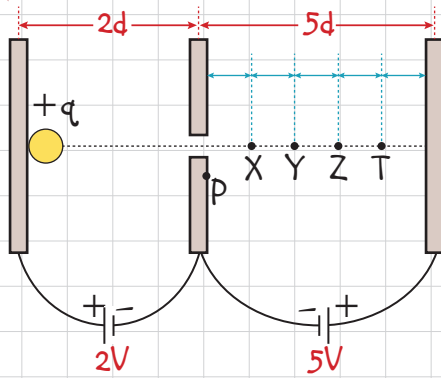
Şekildeki üretece bağlanmış paralel levhalar arasındaki elektrik alanı çiziniz.

A noktasındaki, B noktasındaki, C noktasındaki elektrik alan büyüklüklerini sıralayınız.

Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

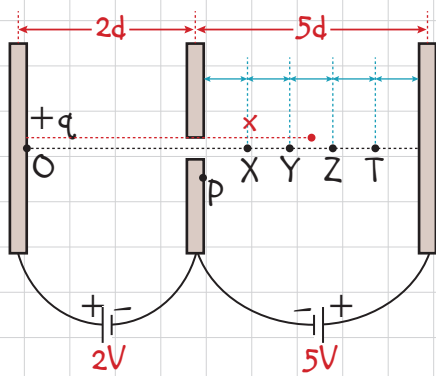


Üç paralel levha şekildeki gibi konularak uçlarına 2V ve 5V gerilimli üreteçler bağlanmıştır.

O noktasından serbest bırakılan +q yüklü parçacık hangi noktadan geri döner?

Çözüm:

3



O noktasından serbest bırakılan parçacık, P noktasını geçtikten sonra x kadar uzaklıktan geri dönsün.

Parçacığın OP aralığında kazandığı enerjiyi PX aralığında harcaması gerekir. Yani OP aralığında yapılan iş PX aralığında yapılan işe eşit olmalıdır.

$$W_{OP} = W_{PX}$$

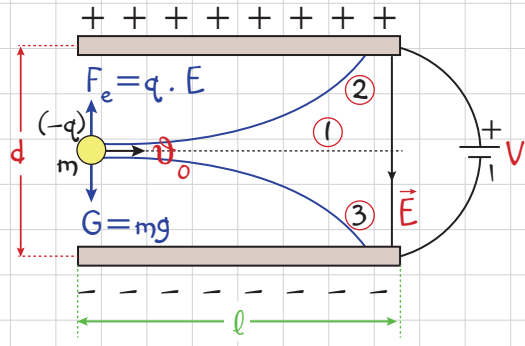
$$F_e \cdot 2d = F_e \cdot x$$

$$q \cdot \frac{2V}{2d} \cdot 2d = q \cdot \frac{5V}{5d} \cdot x$$

$$2d = x$$

Yani P noktasından 2d uzaklıkta parçacığın enerjisi biter, durur ve parçacık Y noktasından geri döner.

● Düzgün Elektrik Alan İçindeki Bir Parçacığın Yörüngesi



Yükü $(-q)$, kütlesi m olan bir parçacık 1, 2, 3 yörüngelerinden herhangi birini izleyebilir.

$G = F_e \Rightarrow$ Parçacık yolunu izler.

$F_e > G \Rightarrow$ Parçacık yolunu izler.

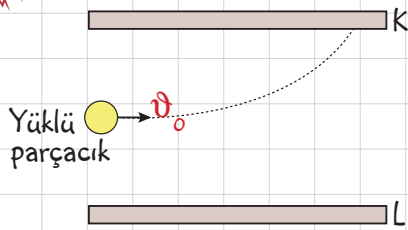
$F_e < G \Rightarrow$ Parçacık yolunu izler.

✓ Parçacığın sapma miktarı (y) aşağıdaki değişkenlere bağlıdır.

- $l \Rightarrow$ Levhanın uzunluğu arttıkça
- $q \Rightarrow$ Parçacığın yükü arttıkça artar.
- $m \Rightarrow$ Parçacığın kütlesi arttıkça azalır.
- $d \Rightarrow$ Levhalar arasındaki uzaklık arttıkça
- $v_0 \Rightarrow$ Parçacığın hızı arttıkça azalır.



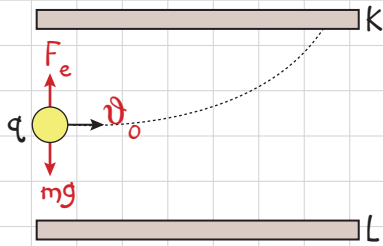
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki v_0 hızıyla fırlatılan yüklü parçacık şekildeki yörüngeyi izliyor.

Buna göre parçacığın yükünün işareti, K ve L levhalarının işareti ne olabilir?

4 Çözüm:



Parçacık yukarı yönde hareket ediyorsa $F_e > G$ olmalıdır. Buna göre;

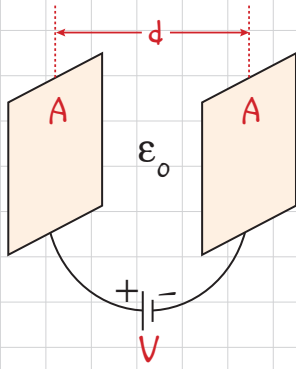
q yükünün işareti	K levhasının yükünün işareti	L levhasının yükünün işareti
- q ise	+	-
+ q ise	-	+

2.3.2. SİĞA (KAPASİTE)

Bir iletkenin depolayabileceği yük miktarına (kapasite) denir. Sığa ile gösterilir. Birimi Farad'dır. Farad çok büyük bir değer olduğu için genellikle mikrofara (μF) kullanılır.

$$1\mu F = 10^{-6}F$$

● Sığanın Bağlı Olduğu Değişkenler



Şekildeki iki düzlem levhayı bir üretece bağladığımızda levhalardan biri (+) yüklenirken diğer levha eşit miktarda (-) yük ile yüklenir.

Levhaların yük depolayabilme kapasitesi yani aşağıdaki değişkenlere bağlı olarak değişir.

- 1 Levhaların yüzey alanı A artarsa levhaların sığası
- 2 Levhalar arası uzaklık d azalırse levhaların sığası
- 3 Levhalar arasına yalıtkan bir madde konulursa levhaların sığası artar.

Bütün bunları birleştirdiğimizde paralel levhaların sığasının;

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \text{ olduğu bulunur.}$$

$$\begin{aligned} C &= \text{Levhaların sığası (F)} \\ \epsilon &= \text{Levhalar arasındaki maddenin elektrik geçirgenliği (F/m)} \\ A &= \text{Levhaların yüzey alanı (m}^2\text{)} \\ d &= \text{Levhalar arası uzaklık (m)} \end{aligned}$$

Şekildeki paralel levhaların uçları arasındaki gerilim artarsa levhaların yük miktarı da aynı oranda Levhaların yükünün, üreticinin gerilimine oranı daima sabittir. Bu sabit oran, paralel levhaların sığasını verir.

$$C = \frac{q}{V} \text{ olur.}$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



2.3.3. SİĞAÇLAR

Yük depolayabilen devre elemanına denir. Sığaçlar dolduktan sonra doğru akımı geçirmez. Sığaçlar devrelerde (+ -) ile gösterilir.

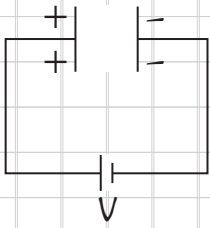
Sığaçlar elektrik enerjisini yük olarak

Elektroşok cihazlarında, fotoğraf makinelerinin flaşlarında, dijital saatlerde, bilgisayarlarda ve birçok elektronik devrede kullanılırlar.

Sığaçlar iletken levhanın şekline göre düzlem sığaç, küresel sığaç ve silindirik sığaç adını alır.

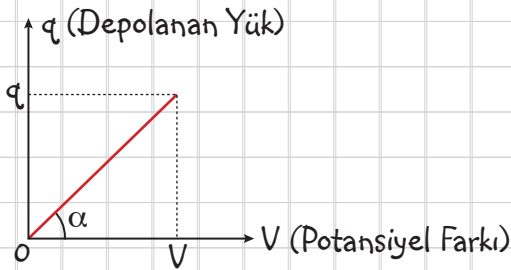
● Sığaçların Enerjisi

Sığaçlar yük depoladığında depolanmış olurlar. Yüklü bir sığaç, enerji kaynağı gibi davranır.



Şekil I

Doğru akım kaynağına bağlanan bir düzlem sığacın levhaları elektrik yüküyle yüklenir (Şekil I).



Şekil II

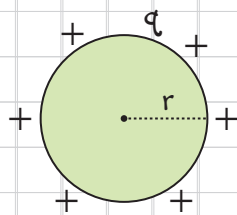
Levhalarda depolanan yükün potansiyel farkına bağlı grafiği Şekil II'deki gibidir.

Grafiğin eğimi verir. $\frac{q}{V} = C$ dir.

Grafiğin altında kalan alan sığacın enerjisini verir.

$$E = \frac{1}{2} \cdot q \cdot V = \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2$$

● Yüklü Kürenin Sığası



Yarıçapı r olan bir küre, q yükü ile yüklenirse küresel sığaç elde edilir.

Yüklü kürenin potansiyeli $V = k \frac{q}{r}$, sığa $C = \frac{q}{V}$ idi.

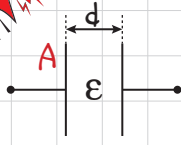
$$C = \frac{q}{k \frac{q}{r}} \Rightarrow C = \frac{r}{k} \text{ elde edilir.}$$



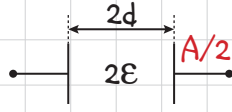
Yüklü kürenin sığası, yükten



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekil I



Şekil II

Şekil I'deki sığacın sığası C'dir.
Buna göre Şekil II'deki sığacın sığası kaç C olur?

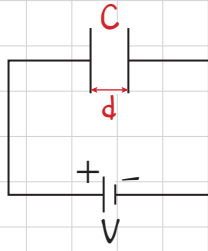
5 Çözüm:

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \text{ Şekil I için}$$

$$C_2 = 2\epsilon \frac{\frac{A}{2}}{2d} = \epsilon \frac{A}{2d} \text{ olur.}$$

$$C_2 = \frac{C}{2} \text{ olur.}$$

6



Şekildeki sığaç, V gerilimi altında q kadar yükleniyor.
Sığaç üreteçten çıkarılıp levhaları arasındaki uzaklık 2d yapıldığında sığacın yükü, levhaları arasındaki V potansiyel farkı ve sığası nasıl değişir?

Çözüm:

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \text{ ve } q = C \cdot V \text{ idi.}$$

Üreteç sayesinde sığaç yüklendikten sonra üreteçten ayrılırsa sığacın yükü değişmez.

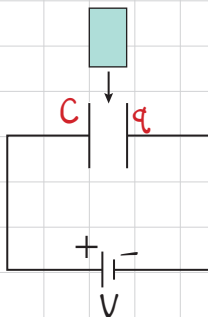
Sığacın levhaları arasındaki uzaklık artırılırsa sığacın sığası azalır.

$$q = C \cdot V \text{ göre}$$

q	C	V
sabit	azalır	artar

SIRA SİZDE

50

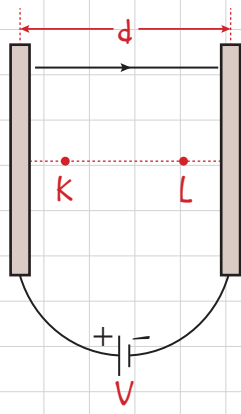


Şekildeki sığaç V gerilimi altında yükleniyor.
Sığaç üreteçten ayrılmadan levhaları arasında dielektrik sabiti havadan daha büyük bir yalıtkan yerleştiriliyor.
Bu durumda C_1 ve q nasıl değişir?

Çözüm:

TEST 15

1.

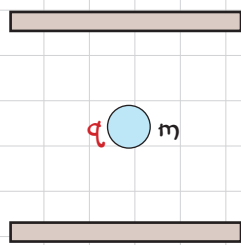


Şekildeki paralel levhalar arasındaki K noktasının elektrik alanı E_K , L noktasının elektrik alanı E_L 'dir.

Buna göre $\frac{E_K}{E_L}$ oranı nedir?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

2.



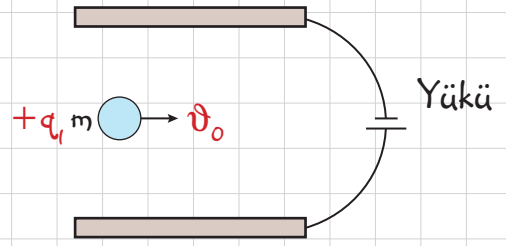
Yükü q , kütlesi m olan bir parçacık paralel levhalar arasında iken dengede kalıyor.

Buna göre parçacığa etki eden elektrik alanın yönü ve büyüklüğü nedir?

(g = Yer çekimi ivmesi)

- A) $\uparrow \frac{2mg}{q}$ B) $\downarrow \frac{q}{2mg}$ C) $\uparrow \frac{mg}{q}$
 D) $\uparrow \frac{q}{2mg}$ E) $\uparrow \frac{mg}{2q}$

3.

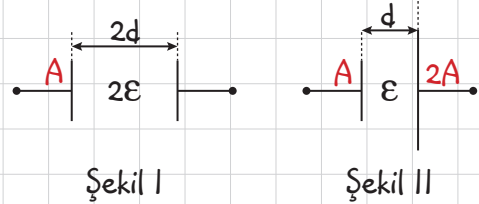


($+q$) olan bir parçacık şekildeki elektrik alana v_0 hızıyla fırlatılıyor.

Yer çekimi önemsiz olduğuna göre parçacığın yörüngesi nasıl olur?

- A) \rightarrow B) \rightarrow C) \uparrow
 D) \downarrow E) \curvearrowright

4.



Şekil I

Şekil II

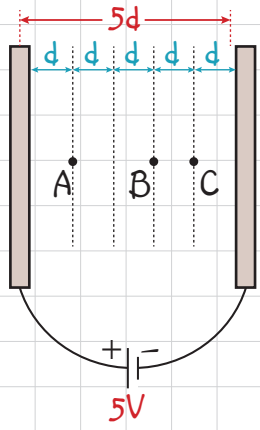
Şekil I'deki sığacın sığası C_1 , Şekil II'deki sığacın sığası C_2 'dir.

Buna göre $\frac{C_1}{C_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

TEST 15

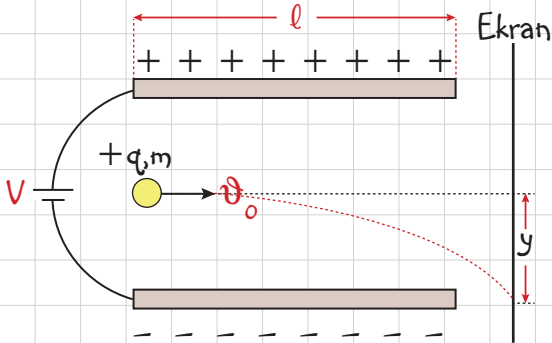
5.



Şekildeki paralel levhalar arasında A, B ve C noktaları verilmiştir.

A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı V_{AB} , B ve C noktaları arasındaki potansiyel farkı V_{CB} olduğuna göre $\frac{V_{BA}}{V_{CB}}$ oranı nedir?
A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

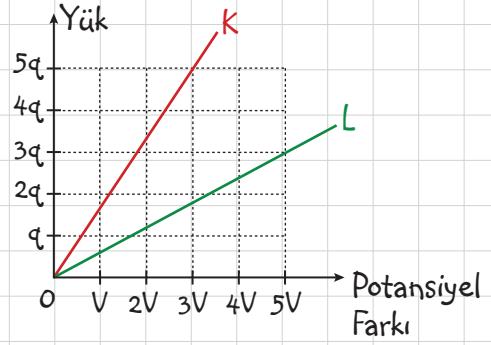
6.



Şekildeki paralel levhalar arasından ϑ_0 hızıyla fırlatılan $+q$ yüklü bir parçacık ekran üzerine doğrultusundan y kadar kayarak çarpıyor. Yer çekimi önemsiz olduğuna göre y kayma miktarını azaltmak için;
I. levhaların boyunu (l) artırmak,
II. parçacığın hızını artırmak,
III. levhalar arasındaki potansiyel farkını azaltmak işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve III D) II ve III
E) I, II ve III

7.



K ve L sığaçlarına ait yük potansiyel farkı grafiği şekildedir.

Buna göre $\frac{C_K}{C_L}$ oranı nedir?

- A) $\frac{9}{25}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{1}{3}$
D) $\frac{5}{3}$ E) $\frac{25}{9}$

8.

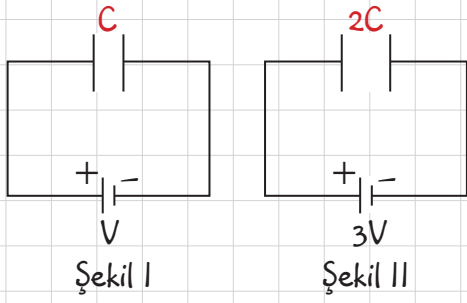
- I. Sığaçlar, yük depolayan devre elemanıdır.
- II. Sığaçlar depoladıkları yükü kullanırken kimyasal değişime uğramazlar.
- III. Düzlem sığaçların sığası yüke bağlıdır.

Sığaçlar ile ilgili yukarıdaki yargıların hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve II D) I ve III
E) I, II ve III

TEST 15

9.

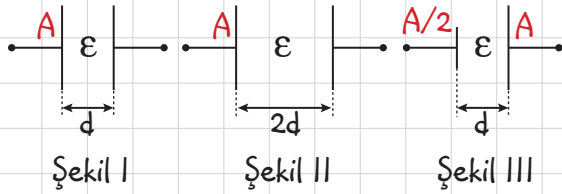


Şekil I'deki sığaçta depolanan enerji E_1 , Şekil II'deki sığaçta depolanan enerji E_2 'dir.

Buna göre $\frac{E_1}{E_2}$ oranı nedir?

- A) $\frac{1}{18}$ B) $\frac{1}{11}$ C) $\frac{1}{9}$ D) 9 E) 18

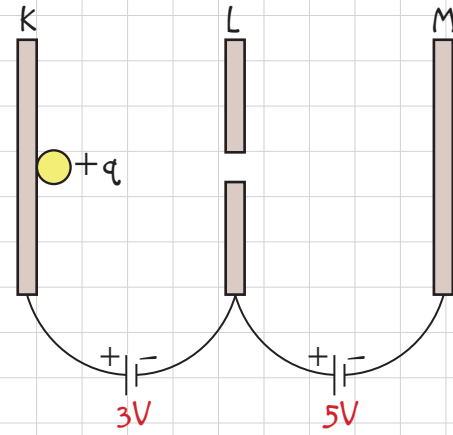
10.



Şekil I'deki sığacın sığası C_1 , Şekil II'deki sığacın sığası C_2 , Şekil III'teki sığacın sığası C_3 olduğuna göre C_1 , C_2 ve C_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $C_1 = C_2 = C_3$ B) $C_1 > C_2 > C_3$
 C) $C_3 > C_2 > C_1$ D) $C_1 = C_2 > C_3$
 E) $C_1 > C_2 = C_3$

11.

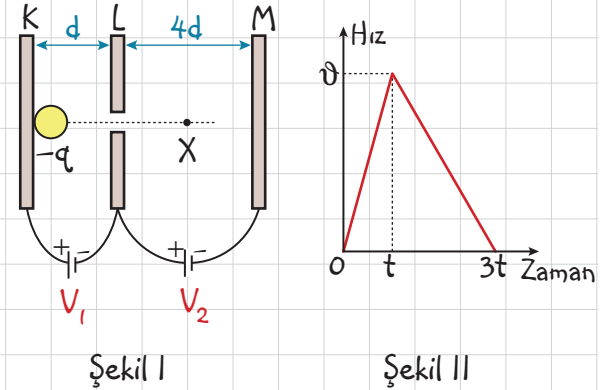


Şekildeki K levhasından serbest bırakılan $+q$ yüklü parçacık L levhasından E_L enerjisi ile geçerek, M levhasına E_M enerjisi ile çarpıyor.

Buna göre $\frac{E_L}{E_M}$ oranı nedir?

- A) $\frac{3}{8}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3

12.



Yer çekimi ve sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamda K levhasından serbest bırakılan m kütleli $-q$ yüklü parçacık, L levhasından geçtikten sonra X noktasına ulaşabilmektedir.

Parçacığın hız - zaman grafiği Şekil II'deki gibi olduğuna göre levhalara uygulanan gerilimler oranı nedir?

- A) $\frac{3}{8}$ B) $\frac{3}{5}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.4. MANYETİZMA VE ELEKTROMANYETİK İNDÜKLEME

- 2.4.1. Düz Telin Çevresindeki Manyetik Alan
- 2.4.2. Akım Taşıyan Çemberin Merkezindeki Manyetik Alan
- 2.4.3. Bir Selenoid Eksenindeki Manyetik Alan
- 2.4.4. Manyetik Kuvvet
- 2.4.5. Akım Taşıyan Halkaya Etki Eden Tork
- 2.4.6. Manyetik Alan İçinde Hareket Eden Yüklü Parçacıklara Etki Eden Kuvvet

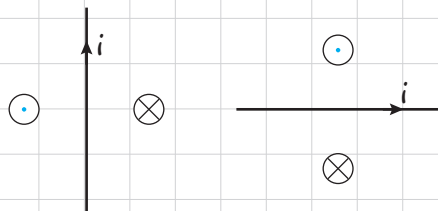
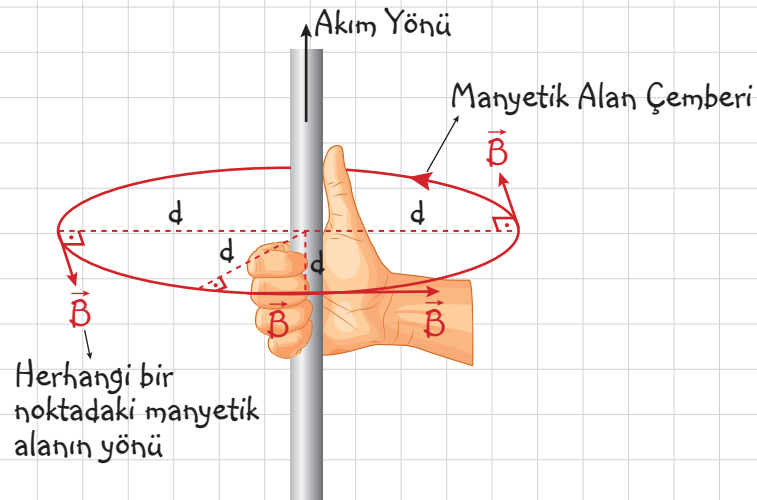
2.4. MANYETİZMA VE ELEKTROMANYETİK İNDÜKLEME

2.4.1. DÜZ TELİN ÇEVRESİNDEKİ MANYETİK ALAN



Düz bir telden akım geçirilip telin yanına bir pusula yaklaştırırsak, pusulanın ibresinin saptığı görülür. Bunun nedeni üzerinden akım geçirilen düz telin çevresinde daireler şeklinde oluşmasındandır. Manyetik alan \vec{B} ile gösterilir. Birimi'dır. Vektörel bir büyüklüktür. Yönü kuralına göre bulunur.

Sağ El Kuralı

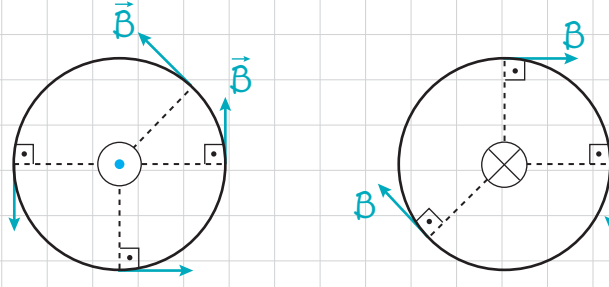
Başparmak akımın yönünü gösterecek şekilde teli sağ elimizin içine aldığımızda, kıvrıdığımız parmaklar manyetik alanın yönünü gösterir.



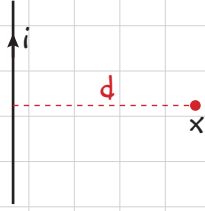
Sayfa düzleminde tel için manyetik alanın yönü şekildeki gibidir.

-  Sayfa düzleminde dik dışa doğru yön.
-  Sayfa düzleminde dik içe doğru yön.

Sayfa düzlemine dik yerleştirilmiş, üzerinden akım geçen telin oluşturduğu manyetik alan aşağıdaki gibidir.



Akım geçen telden d kadar uzaklıktaki manyetik alanın şiddeti;



$$\vec{B} = k \frac{2i}{d} \text{ ile bulunur.}$$

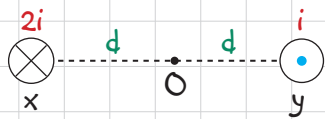
B = Manyetik alan (T)
 i = Akım şiddeti (A)
 d = Uzaklık (m)
 k = Ortamın manyetik geçirgenlik katsayısı (T.m/A)

$$k = 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



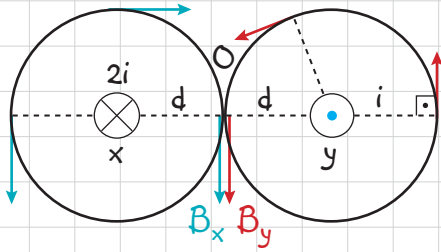
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki sayfa düzlemine dik olarak yerleştirilen x ve y tellerinden sırasıyla $2i$ ve i akımları geçmektedir.

Buna göre O noktasında oluşan bileşke manyetik alan kaç $k \frac{i}{d}$ 'dir?

Çözüm:



X ve Y tellerinin O noktasında oluşturdukları manyetik alanlar aynı yönlüdür.

$$B_x = k \frac{2i}{d} \quad B_y = k \frac{2i}{d}$$

$$\left. \begin{array}{l} B_x = k \frac{2 \cdot 2i}{d} \\ B_y = k \frac{2 \cdot i}{d} \end{array} \right\} B_0 = 6 \frac{ki}{d} \text{ olur.}$$

SIRA SİZDE

51



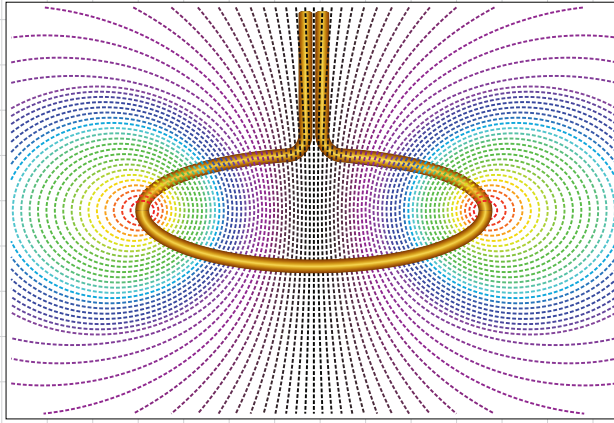
X ve Y tellerinden belirtilen yönlerde akımlar geçmektedir. Buna göre hangi bölgelerde manyetik alan 0 olabilir?

Çözüm:

2.4.2. AKIM TAŞIYAN ÇEMBERİN MERKEZİNDEKİ MANYETİK ALAN

Bir halkanın üzerinden i akımı geçirilip halka etrafında demir tozları döktüğümüzde, şekildeki görüntü ortaya çıkar.

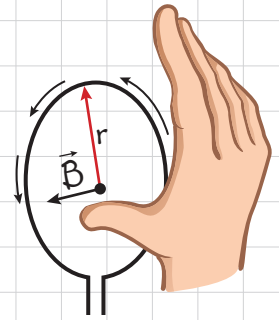
Şekilden anlaşıldığı gibi halkanın merkezinde düzgün bir oluşur.



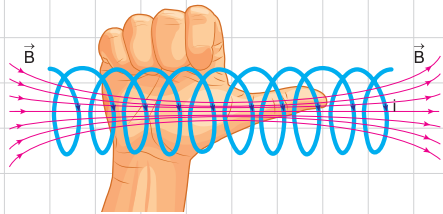
Yarıçapı r olan halkanın merkezinde oluşan manyetik alanın büyüklüğü;

$$B = k \cdot \frac{2\pi i}{r} \text{ ile bulunur.}$$

Manyetik alanın, sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin dört parmağı akımın yönünü gösterecek şekilde halka sağ elin içine alınır. Yana açılan başparmak yönünü verir.



2.4.3. BİR SELENOİD (BOBİN) İN EKSENİNDEKİ MANYETİK ALAN



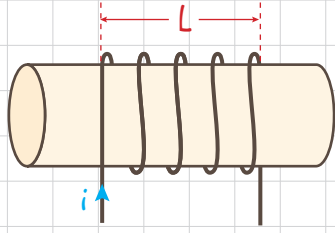
Bir yalıtkanın üzerine iletken bir tel sararak bobin (selenoid) elde edilir.

İletken tel üzerinden akım geçirildiğinde selenoidin merkezinde bir manyetik alan oluşur.

Manyetik alanın yönü kuralına göre bulunur.

Sağ elin dört parmağı akımın yönünü gösterecek şekilde bobini avucumuzun içine aldığımızda yana açılan başparmak manyetik alanın yönünü gösterir.

Solenoidin merkezindeki manyetik alanın büyüklüğü,

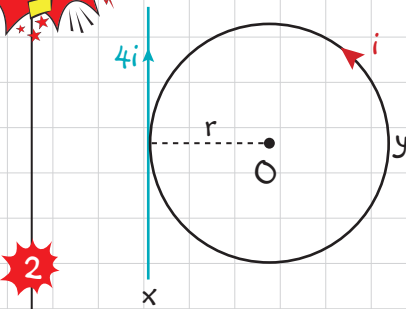


$$B = k \cdot \frac{4 \pi i N}{L} \text{ ile bulunur.}$$

$$N = \text{Sarımlar sayısı}$$
$$L = \text{Sarımların uzunluğu}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



2

Şekildeki x teli ve y halkası sayfa düzleminindedir.

x telinden $4i$, y halkasından i kadar akım geçtiğine göre halkanın merkezindeki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç $\frac{ki}{r}$ 'dir?

Çözüm:

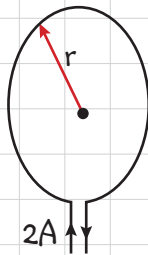
x telinin O noktasında oluşturduğu manyetik alanın yönü \otimes , y halkasının O noktasında oluşturduğu manyetik alanın yönü \odot 'dir.

$$\left. \begin{array}{l} \otimes \vec{B}_x = k \cdot \frac{2 \cdot 4i}{r} \\ \odot \vec{B}_y = k \cdot \frac{2 \cdot 3 \cdot i}{r} \end{array} \right\} \vec{B}_x \text{ ve } \vec{B}_y \text{ zıt yönlüdür. Manyetik alan vektörel olduğuna göre } B_0 = k \cdot \frac{8i}{r} - k \cdot \frac{6i}{r} = k \frac{2i}{r} \text{ olur.}$$

Bileşke manyetik alanın yönü \otimes 'dir.

SIRA SİZDE

52



Şekildeki halka sayfa düzlemine dik yerleştirilip üzerinden $2A$ akım geçirilmektedir.

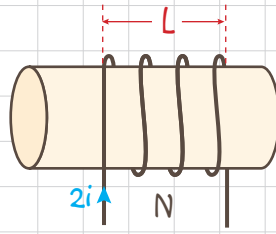
Halkanın yarıçapı 10cm olduğuna göre halkanın merkezinde oluşan manyetik alanın yönü ve büyüklüğü nedir?

$$(k = 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, \pi = 3)$$

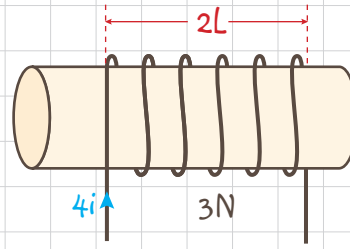
Çözüm:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekil I



Şekil II

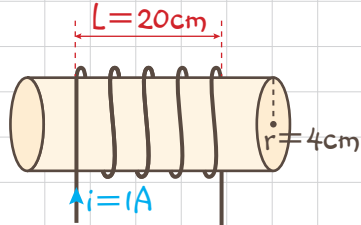
3

Şekil I'deki bobinin merkezinde oluşan manyetik alan B_1 , Şekil II'deki bobinin merkezinde oluşan manyetik alan B_2 ise $\frac{B_1}{B_2}$ oranı nedir?

Çözüm:

$$B_1 = k \cdot \frac{4\pi \cdot 2i \cdot N}{L}$$
$$B_2 = k \cdot \frac{4\pi \cdot 4i \cdot 3N}{2L}$$
$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{1}{3}$$

SIRA SİZDE



53

Şekildeki bobin üzerindeki iletken telin sarım sayısı $N = 10$, sarım uzunluğu 20cm, bobinin yarıçapı 4cm'dir.

Bobin üzerinden 1A'lık akım geçirildiğine göre bobinin merkezinde oluşan manyetik alanın büyüklüğü kaç Tesla'dır? ($k = 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$, $\pi=3$)

Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



2.4.4. MANYETİK KUVVET

Manyetik alanın yüklü cisimlere uyguladığı kuvvete denir.

● Manyetik Alan İçinde, Üzerinden Akım Geçen Tele Etkiyen Manyetik Kuvvet

Akım yüklerin hareketi ile oluşur. O hâlde manyetik alan içinde, üzerinden akım geçen tele manyetik alan bir uygular. Kuvvetin büyüklüğü;

$$\vec{F} = i \cdot \vec{\ell} \times \vec{B}$$
 ile bulunur.

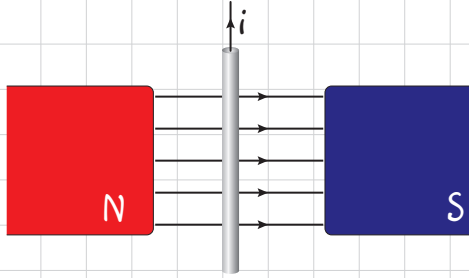
F = Manyetik kuvvet (N)

i = Akım şiddeti (A)

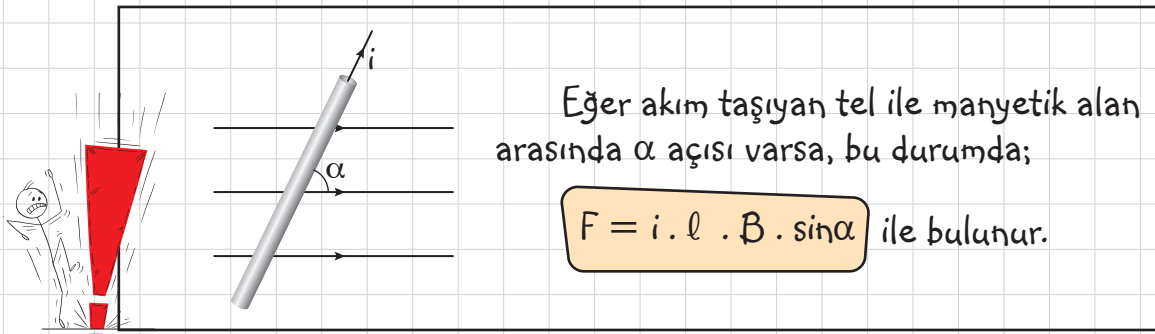
B = Manyetik alan şiddeti (T)

ℓ = Telin manyetik alan içindeki uzunluğu (m)

✓ \vec{F} , hem ℓ 'ye hem de \vec{B} 'ye diktir.



Şekildeki gibi düzgün bir manyetik alanın içine dik olacak şekilde yerleştirilen bir telden i akımı geçirildiğinde telin hareket ettiği görülür.

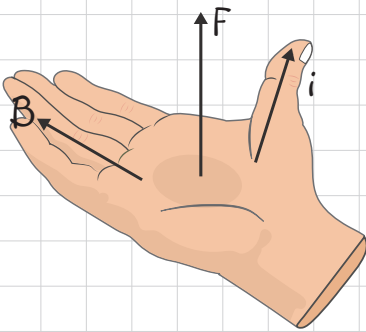


Eğer akım taşıyan tel ile manyetik alan arasında α açısı varsa, bu durumda;

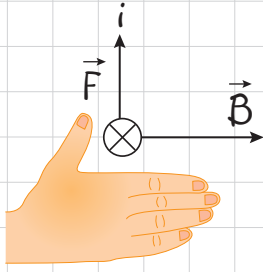
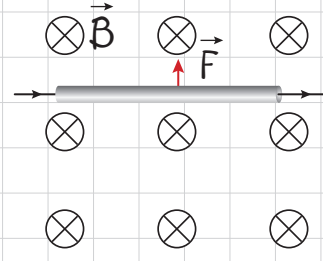
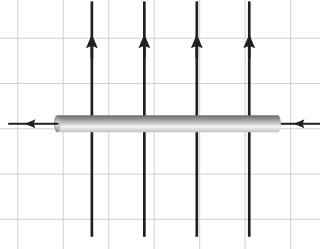
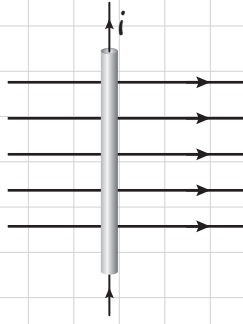
$$F = i \cdot \ell \cdot B \cdot \sin\alpha$$
 ile bulunur.

Manyetik Kuvvetin Yönü

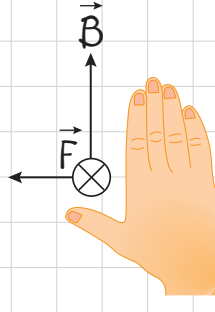
Kuvvet vektörel bir büyüklük olduğu için manyetik kuvvetin bir yönü vardır. Manyetik kuvvetin yönü kuralına göre bulunur.



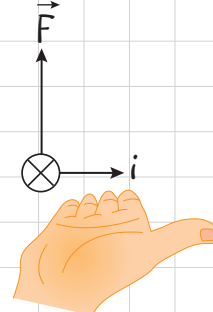
Sağ el açılıp başparmak akım yönünde, dört parmak manyetik alan yönünde tutulduğunda avuç içinden çıkan dik manyetik kuvvetin yönünü gösterir.



Şekil I



Şekil II



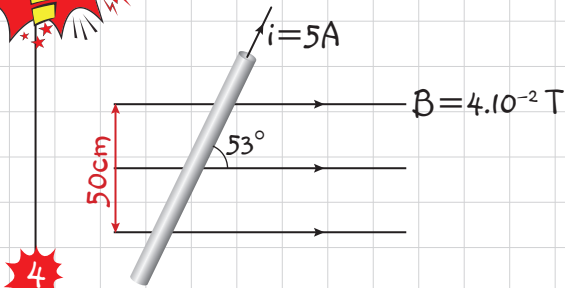
Şekil III

- ✓ Şekil I'de tele etki eden manyetik kuvvet sayfa düzlemine ve içe doğru,
- ✓ Şekil II'deki tele etki eden manyetik kuvvet sayfa düzlemine ve içe doğru,
- ✓ Şekil III'teki tele etki eden manyetik kuvvet doğrultusunda olur.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



4

Manyetik alan şiddetinin $4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ olduğu bir yerde üzerinden 5A'lık akım geçen tel, manyetik alan ile 53° 'lik açı yapacak şekilde yerleştiriliyor.

Telin manyetik alan içinde kalan kısmı 50 cm olduğuna göre tele etki eden kuvvetin yönü ve büyüklüğü nedir? ($\sin 53 = 0,8$, $\cos 53 = 0,6$)

Çözüm:

$F = i \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$ ile bulunur.

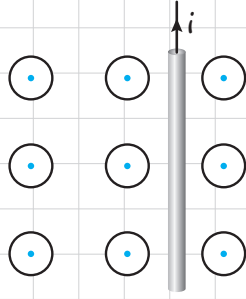
$$F = 5 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8$$

$$F = 8 \cdot 10^{-2} \text{ N büyüklüğündedir.}$$

Manyetik kuvvetin yönünün ise sağ el kuralı kullanıldığında (\otimes) sayfa düzlemine dik ve içe doğru olduğu bulunur.

SIRA SİZDE

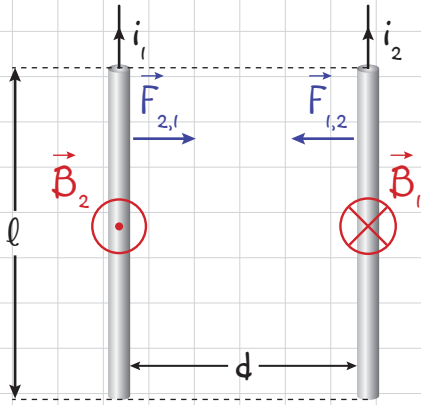
54



Şekildeki üzerinden i akımı geçen tele etki eden manyetik kuvvetin yönünü bulunuz.

Çözüm:

Akım Taşıyan Paralel Tellerin Birbirine Uyguladığı Manyetik Kuvvet



Üzerinden akım geçen telin etrafında manyetik alan oluştuğunu biliyoruz.

Şekildeki teller birbirinin manyetik alanı içinde kalmaktadır. Bu durumda tellere manyetik kuvvet etki edecektir.

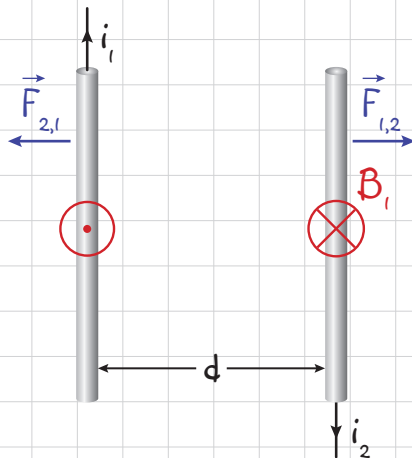
$$F_{1,2} = i_2 \cdot l \cdot B_1 = i_2 \cdot l \cdot k \frac{2 \cdot i_1}{d} = k \cdot 2 \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

$$F_{2,1} = i_1 \cdot l \cdot B_2 = i_1 \cdot l \cdot k \frac{2 \cdot i_2}{d} = k \cdot 2 \frac{i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d}$$

olur. $F_{1,2} = -F_{2,1}$

✓ Tellerden aynı yönlü akım geçerse teller birbirini

✓ Tellerden zıt yönlü akım geçerse teller birbirini



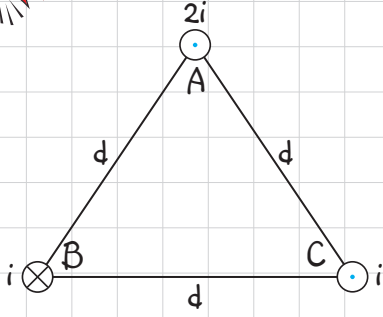
$F_{1,2} = -F_{2,1}$ olur.

Tellerin birbirine uyguladığı kuvvet eşit büyüklükte ancak yönlüdür.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



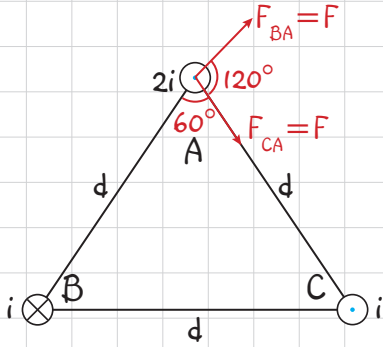
Bir eşkenar üçgenin her köşesine sayfa düzlemine dik ve eşit uzunlukta teller yerleştirilmiş ve tellerden şekilde görüldüğü gibi akımlar geçirilmiştir.

C köşesindeki telin A köşesindeki tele uyguladığı manyetik kuvvet F ise A köşesindeki tele etki eden bileşke manyetik kuvvet kaç F'dir?

5 Çözüm:

$$F_{CA} = k \cdot 2 \frac{2i \cdot i \cdot \ell}{d} = F \text{ dir.}$$

Tellerden aynı yönlü akım geçerse teller birbirini çeker, zıt yönlü akım geçerse teller birbirini iter.

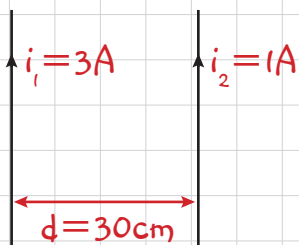


$$F_{BA} = k \cdot 2 \frac{i \cdot 2i \cdot \ell}{d} = F \text{ dir.}$$

İki kuvvet eşit ve aradaki açı 120° ise bileşke kuvvet, kuvvetlerden birine eşittir.

A köşesindeki tele etki eden bileşke kuvvet F kadardır.

SIRA SİZDE



Boyları 40 cm olan iki iletken telden aynı yönlü 3A ve 1A şiddetinde akımlar geçiriliyor.

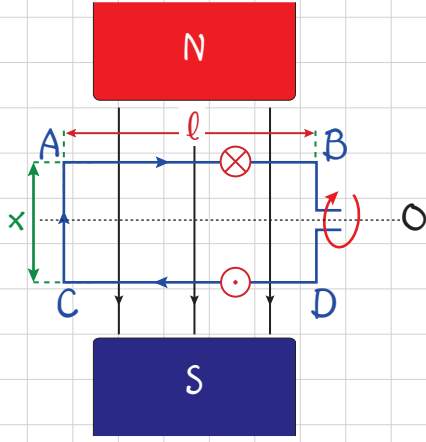
55

Tellerin birbirine uyguladığı manyetik kuvvetin büyüklüğü kaç N'dur?

$$(k = 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$$

Çözüm:

2.4.5. AKIM TAŞIYAN HALKAYA ETKİ EDEN TORK



Kenar uzunluğu l ve x olan bir tel çerçeve düzgün manyetik alan içine konulup üzerinden akım geçirilirse, tel çerçeveye etki eder.

Telin AB kısmına etki eden manyetik kuvvet sayfa düzlemine dik içe doğru iken CD kısmına etki eden manyetik kuvvet sayfa düzlemine dik dışa doğru olur.

Bu durumda tel çerçeve etrafında dönmeye başlar.

Manyetik kuvvetin O dönme eksenine göre torku;

$$\vec{\tau}_O = \vec{F}_{AB} \cdot \frac{x}{2} + \vec{F}_{CD} \cdot \frac{x}{2} \Rightarrow \vec{\tau}_O = i \cdot l \cdot B \cdot \frac{x}{2} + i \cdot l \cdot B \cdot \frac{x}{2}$$

$$\tau_O = i \cdot l \cdot B \cdot x = i \cdot B \cdot A \text{ olur.}$$

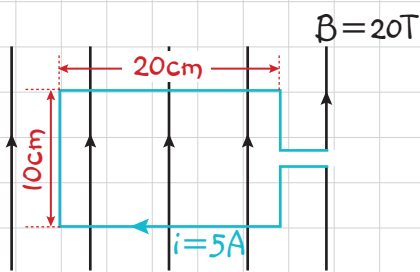
$$A = l \cdot x = \text{Çerçevenin Alanı}$$

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

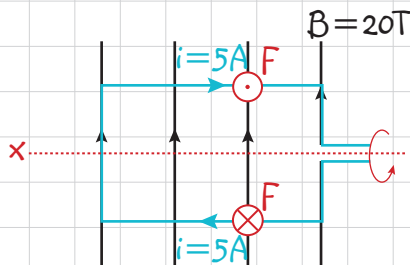
6



Şiddeti 20T olan manyetik alan içine boyutları 20cmx30cm olan tel çerçeve yerleştirilmiş ve çerçeveden 5A akım geçirilmiştir.

Buna göre çerçeveye etki eden toplam tork kaç N.m'dir?

Çözüm:



Tel çerçeveye etki eden kuvvetler şekildeki gibidir.

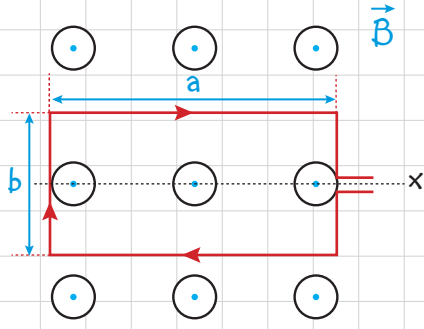
Buna göre çerçeve x eksenini etrafında döner.

$\tau = i \cdot B \cdot A$ ile bulunur.

$\tau = 5 \cdot 20 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 2 \text{ N.m}$ bulunur.

SIRA SİZDE

56

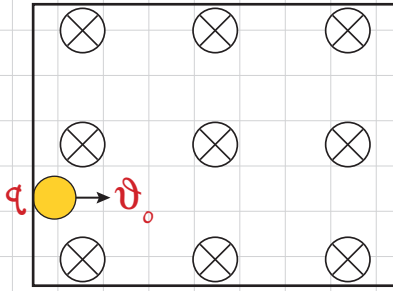


Sayfa düzlemine dik \vec{B} manyetik alanın içine sayfa düzleminde bir tel çerçeve yerleştiriliyor.

Buna göre x eksenine göre çerçeveye etki eden tork nedir?

Çözüm:

2.4.6. MANYETİK ALAN İÇİNDE HAREKET EDEN YÜKLÜ PARÇACIKLARA ETKİ EDEN KUVVET



Şekildeki gibi düzgün bir manyetik alan içine dik giren q yüklü parçacığa etki eder. Bu kuvvetin büyüklüğü;

$$F = q \cdot v \times B \text{ ile bulunur.}$$

q = Parçacığın yükü (c)
 v = Parçacığın hızı (m/sn)
 B = Manyetik alanın şiddeti (T)
 F = Yüklü parçacıklara etki eden kuvvet (N)



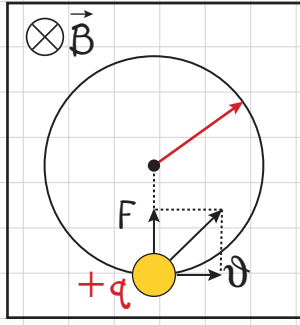
$v \times B$ vektörel çarpım olduğu için $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$ şeklinde denklemi yazabiliriz.

$\theta = 90^\circ$ ise F maksimumdur ve $F = q \cdot v \cdot B$ olur.

$\theta = 180^\circ$ ise ya da $\theta = 0$ ise $F = 0$ 'dır.

✓ Manyetik kuvvetin yönü kuralına göre bulunur. Sağ el açılarak başparmak parçacığın hızı yönünde, dört parmak manyetik alanın yönünde tutulursa avuç içinde çıkan dik artı yüklü parçacığa etki eden kuvvetin yönünü verir.

✓ Parçacığın yükü (-) ise başparmak hızın yönünde tutularak (-) yüklü parçacığa etki eden kuvvetin yönü bulunur.



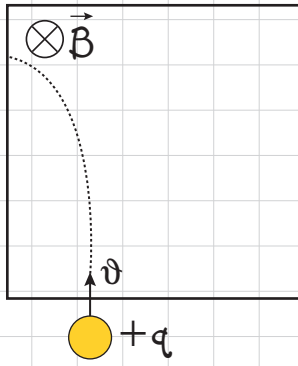
Düzgün manyetik alan içine atılmış yüklü parçacıklar manyetik alan içinde hareket yaparlar.

Parçacığın yörünge yarıçapı ile bulunur.

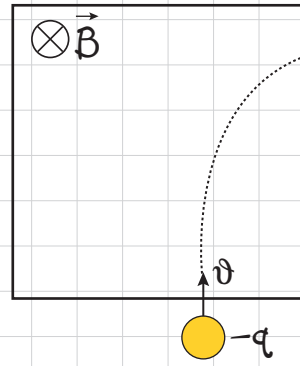
$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

M = Parçacığın kütlesi (kg)
 v = Parçacığın hızı (m/sn)
 q = Parçacığın yükü (c)
 B = Manyetik alan şiddeti (T)
 r = Yörünge yarıçapı (m)

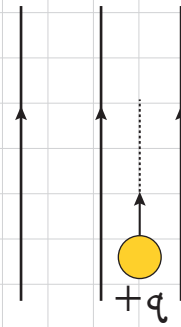
✓ Manyetik alan içine v hızı ile giren bazı parçacıkların yörüngeleri aşağıdaki gibidir.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Şekil I'de parçacık manyetik alana dik ($\theta = 90^\circ$ ile) girdiği için yörüngesi değişir.

Şekil II'de (-) yüklü parçacık manyetik alana dik girdiği için yörüngesi değişir.

Şekil III'te (+) yüklü parçacık manyetik alan $\theta = 0$ derecelik açı ile girdiği için parçacığa manyetik kuvvet etki etmez. Bu yüzden parçacığın yörüngesi değişmez.



Manyetik alan içine dik olarak giren yüklü parçacığa etki eden manyetik kuvvet hızın değiştirmez, yalnızca değiştirir.

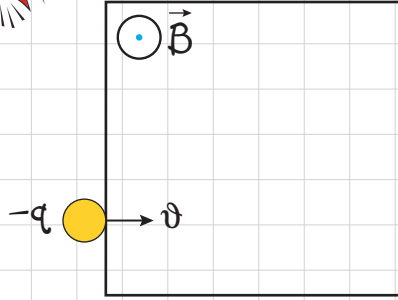
ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:





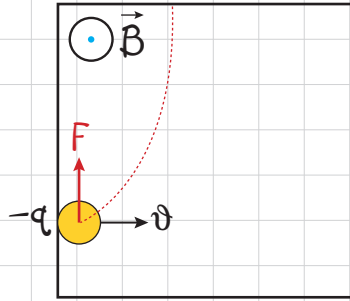
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

7



Düzgün manyetik alana şekildeki gibi giren (-) yüklü parçacığın yörüngesini çiziniz. (Yer çekimi önemsizdir.)

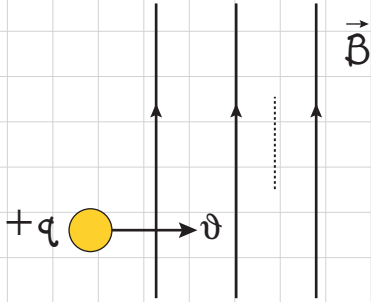
Çözüm:



Öncelikle sağ el kuralını kullanarak parçacığa etki eden kuvveti belirleyelim. F kuvvetinin etkisi ile parçacık doğrultusundan şekildeki gibi sapacaktır.

SIRA SİZDE

57



Düzgün manyetik alan için hızı ile giren parçacığa etki eden manyetik kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.

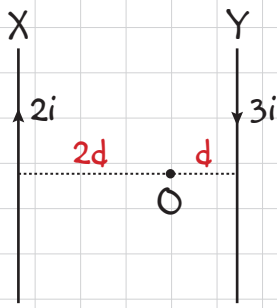
Çözüm:

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



TEST 16

1.

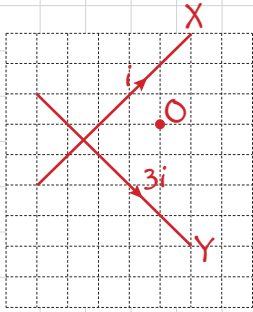


Şekildeki X ve Y tellerinden belirtilen yönlerde $2i$ ve $3i$ akımları geçmektedir.

X telinin O noktasında oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü B ise O noktasındaki bileşke manyetik alan kaç B 'dir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

2.

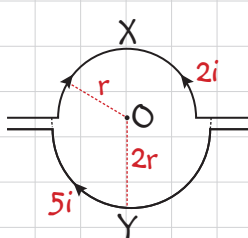


Şekildeki X ve Y tellerinden sırasıyla i ve $3i$ akımları geçmektedir.

X telinin O noktasında oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü B ise O noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç B 'dir?

- A) +1 B) -1 C) 0
D) +2 E) -2

3.

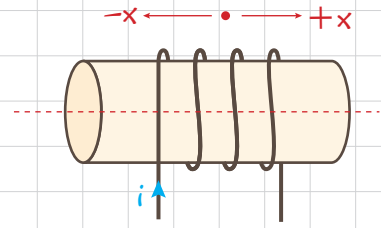


Şekildeki X ve Y yarım çemberlerinin merkezi O noktasıdır.

Buna göre O noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç $k \frac{\pi \cdot i}{r}$ 'dir?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 2

4.



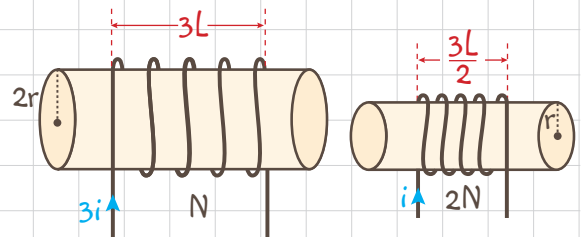
Üzerinden i akımı geçen selenoid için;

- I. Bobinin merkezinde oluşan manyetik alan $+x$ yönündedir.
- II. Bobinin sarım sayısı artarsa manyetik alanın şiddeti azalır.
- III. Akım şiddeti azalırsa bobinin merkezindeki manyetik alan şiddeti artar.

yargılarından hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

5.



Şekil I

Şekil II

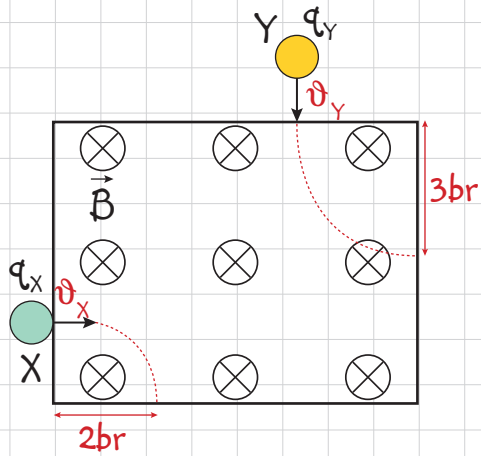
Şekil I'deki silindirin yarıçapı $2r$, Şekil II'deki silindirin yarıçapı r 'dir.

Şekil I'deki silindirin içinde oluşan manyetik alan B ise Şekil II'deki silindirin içinde oluşan manyetik alan kaç B 'dir?

- A) +1 B) $+\frac{1}{2}$ C) $-\frac{4}{3}$
D) $-\frac{3}{4}$ E) -1

TEST 16

6.

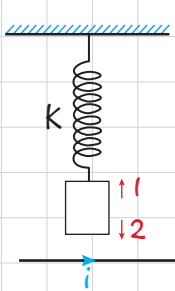


Elektrikle yüklü X ve Y cisimleri, düzgün \vec{B} manyetik alanına V_x ve V_y hızları ile giriyor.

Cisimlerin momentum büyüklükleri eşit olduğuna göre $\frac{q_x}{q_y}$ oranı nedir?

- A) $\frac{3}{2}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $-\frac{3}{2}$
 D) $-\frac{1}{2}$ E) -1

7.



Şekildeki tel çerçeve, yaya bağlanarak tavana sabitlenmiştir.

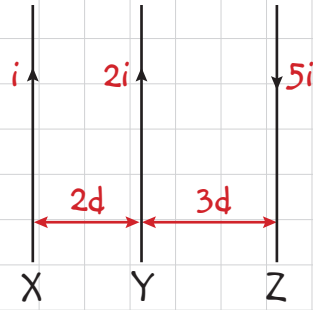
Sonsuz uzunluktaki telden i akımı geçiriliyor.

Buna göre;

- I. Çerçeveden 1 yönünde akım geçirilirse yayda uzama olur.
 - II. Çerçeveden 2 yönünde akım geçirilirse yayda uzama olur.
 - III. Çerçeveden akım geçmezse çerçeve salınım hareketi yapar.
- yargılarından hangileri doğru olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve III E) I, II ve III

8.

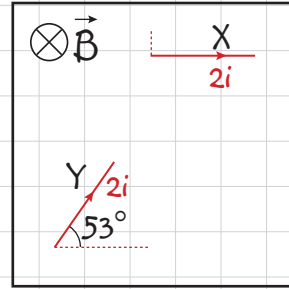


Birbirine paralel yerleştirilmiş X, Y ve Z tellerinden şekildeki gibi akımlar geçiriliyor.

Tellerin boyları eşit uzunlukta ve Y telinin X teline uyguladığı manyetik kuvvet F olduğuna göre X teline etki eden bileşke kuvvet kaç F 'dir?

- A) 0 B) -1 C) -2
 D) -3 E) $+3$

9.

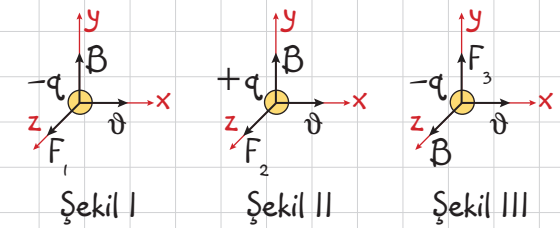


Şekildeki X ve Y telleri eşit uzunlukta ve üzerlerinden $2i$ akımı geçmektedir.

X teline etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü F_x , Y teline etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü F_y ise $\frac{F_x}{F_y}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{4}{5}$ B) $\frac{1}{5}$ C) 1 D) $\frac{5}{4}$ E) 2

10.



Şekil I, Şekil II ve Şekil III'te; yüklü parçacıkların hızlarının yönü, manyetik alanın yönü ve parçacıklara etki eden kuvvetlerin yönü verilmiştir.

Buna göre hangi parçacıklara etki eden manyetik kuvvetin yönü doğru verilmiştir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) II ve III E) I, II ve III

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.5. ELEKTROMANYETİK İNDÜKLEME

2.5.1. Manyetik Akı

2.5.2. Manyetik Akı Değişiminden Doğan İndüksiyon Elektromotor Kuvveti

2.5.3. İletken Çubuğun Uçları Arasındaki Elektromotor Kuvveti

2.5.4. Lenz Kanunu

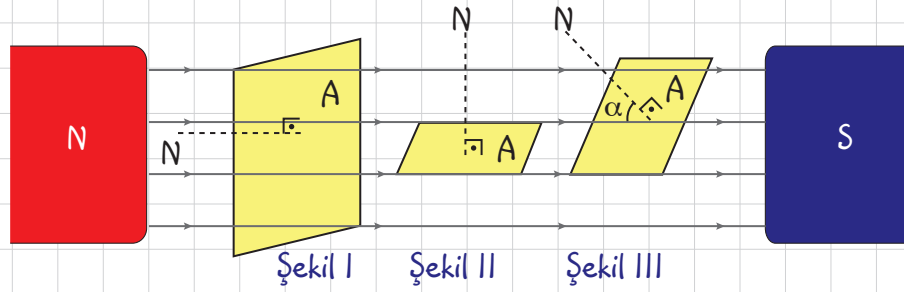
2.5.5. Özindüksiyon Akımı ve Özindüksiyon Elektromotor Kuvveti

2.5.6. Lorentz Kuvveti

2.5. ELEKTROMANYETİK İNDÜKLEME

2.5.1. MANYETİK AKI

Manyetik alan içindeki birim yüzeyden geçen çizgi sayısına denir. Φ ile gösterilir. Manyetik akı birimi'dir.



Yüzey alanı A olan bir yüzeyden geçen manyetik akı;

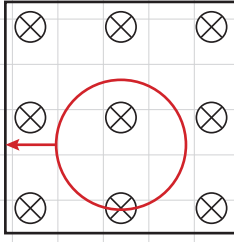
$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\alpha \text{ ile bulunur.}$$

Φ = Yüzeyden geçen manyetik akı	→	Birimi Weber
B = Manyetik alan şiddeti	→	Birimi Tesla
A = Yüzey alanı	→	Birimi m^2
$\cos\alpha$ = Yüzeyin normali ile manyetik alan çizgileri arasındaki açı		

- ✓ Şekil I'de yüzey, manyetik alana dik konulmuştur. $\cos\theta = 1$ olduğu için manyetik akı
- ✓ Şekil II'de yüzey, manyetik alana paralel konulmuştur. $\cos 90 = 0$ olduğu için manyetik akı
- ✓ Şekil III'te yüzey, manyetik alana açısı α ile konulmuştur. Manyetik akı $\Phi = B \cdot A \cdot \cos\alpha$ ile bulunur.

2.5.2. MANYETİK AKI DEĞİŞİMİNDEN DOĞAN İNDÜKSİYON ELEKTROMOTOR KUVVETİ

Bir devrede üreteç olmadan elektrik akımı elde ediliyorsa bu akıma , bu akımı oluşturan elektromotor kuvvetine de denir.



Şekildeki tel halka düzgün manyetik alan içinde hareket ederse halkada indüksiyon kuvveti oluşmaz.

Tel halkanın bir kısmı manyetik alanın dışına çıkacak şekilde tel halka hareket ettirilirse halkada bir akım oluşur (indüksiyon akımı).

İndüksiyon akımının oluşmasının nedeni değişimdir. İndüksiyon akımını oluşturan indüksiyon elektromotor kuvveti;

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ile bulunur.

ε = İndüksiyon elektromotor kuvveti (Volt)

$\Delta\Phi$ = Akı değişimi ($\Phi_2 - \Phi_1$) (Weber)

Δt = Akı değişiminin olduğu zaman (saniye)

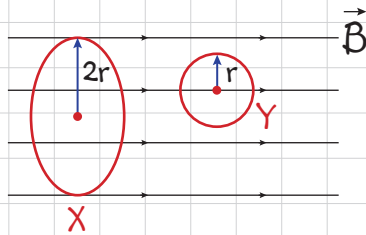


Formüldeki (-) işareti indüksiyon akımının yönü ile ilgilidir. Hesaplamalarda (-) işareti alınmaz.

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Sayfa düzlemindeki \vec{B} manyetik alanının içine X ve Y halkaları dik olacak şekilde konuluyor.

X'den geçen manyetik akı Φ_X , Y'den geçen manyetik akı Φ_Y ise $\frac{\Phi_X}{\Phi_Y}$ oranı nedir?



Çözüm:

Halkalar manyetik alan içine dik konulduğu için;

$\Phi = B \cdot A$ ile bulunur.

$$A_X = \pi(2r)^2 = 4\pi r^2$$

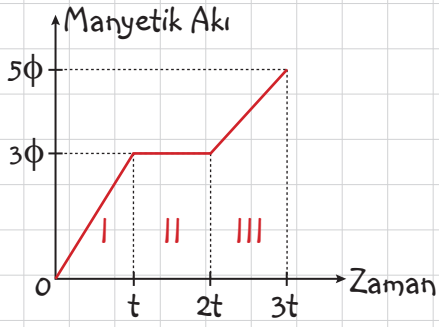
$$A_Y = \pi r^2$$

$$\frac{\Phi_X = B \cdot A_X = B \cdot 4\pi r^2}{\Phi_Y = B \cdot A_Y = B \cdot \pi r^2} = 4$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

2



İletken bir çerçevenin manyetik akı - zaman grafiği şekildedir.

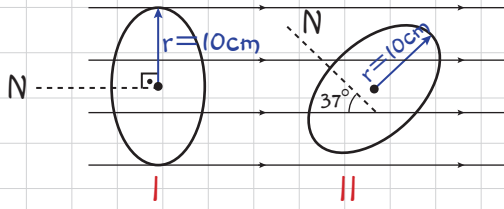
Halkada oluşan indüksiyon e.m.k, I. aralıkta ϵ_1 , 2. aralıkta ϵ_2 , 3. aralıkta ise ϵ_3 'tür.

Buna göre ϵ_1 , ϵ_2 ve ϵ_3 arasındaki ilişki nedir?

Çözüm:

Manyetik akı - zaman grafiğinin eğimi indüksiyon elektromotor kuvvetini verir.

$$\text{Buna göre } \left. \begin{array}{l} \epsilon_1 = \frac{3\phi}{t} \\ \epsilon_2 = 0 \\ \epsilon_3 = \frac{2\phi}{t} \end{array} \right\} \epsilon_1 > \epsilon_3 > \epsilon_2 \text{ olur.}$$



Manyetik alan şiddetinin 100T olduğu bir yerde yarıçapı 10 cm olan bir halka 0,2 sn sürede I. konumdan II. konuma getiriliyor.

Bu sürede halkada oluşan ortalama indüksiyon elektromotor kuvveti kaç Volt olur? ($\cos 37 = 0,8$, $\pi = 3$)

3

Çözüm:

$$\epsilon = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = - \frac{\phi_1 - \phi_2}{\Delta t} \text{ idi.}$$

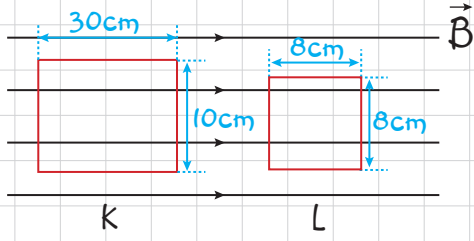
$$\phi_1 = B \cdot A = B \cdot \pi \cdot r^2 = 100 \cdot 3 \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} = 3 \text{ Wb}$$

$$\phi_2 = B \cdot A \cdot \cos 37 = B \cdot \pi r^2 \cdot \cos 37 = 100 \cdot 3 \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{5} = 2,4 \text{ Wbr}$$

$$\epsilon = - \left(\frac{2,4 - 3}{0,2} \right) = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ Volt}$$

SIRA SİZDE

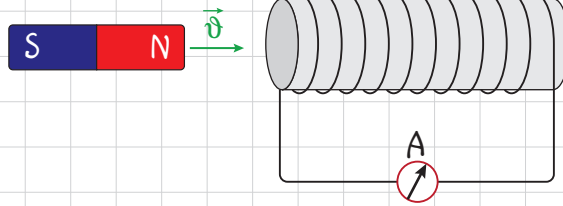
58



Şekildeki düzgün B manyetik alanı içine konulmuş K ve L çerçevelerinden geçen manyetik akıların oranı $\frac{\phi_K}{\phi_L}$ nedir?

Çözüm:

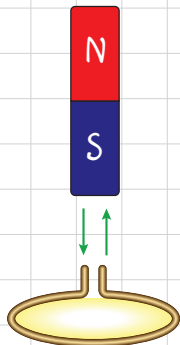
✓ İndüksiyon akımı oluşturmanın başka yöntemleri de vardır. Örneğin; bir mıknatısı bir bobine ya da uzaklaştırdığımızda bobin üzerinde indüksiyon akımı oluşturabiliriz.



Mıknatıs ve bobin aynı hızla ve aynı yönde hareket ederse indüksiyon akımı



Mıknatısın hızı, indüksiyon akımının şiddetine (büyüklüğüne) etki eder. Hız büyükse indüksiyon akımının değeri de

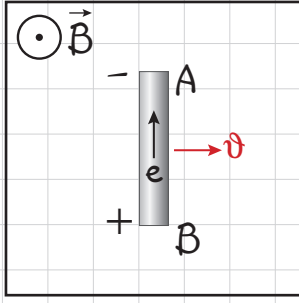


Bir mıknatısı tel halkaya yaklaştırsak ya da uzaklaştırsak halka üzerinde indüksiyon akımı oluşturabiliriz.



Mıknatıslar yardımıyla indüksiyon akımı oluşturmayı ilk kez keşfeden bilim insanı İngiliz fizikçi Faraday'dır.

2.5.3. İLETKEN ÇUBUĞUN UÇLARI ARASINDAKİ ELEKTROMOTOR KUVVETİ

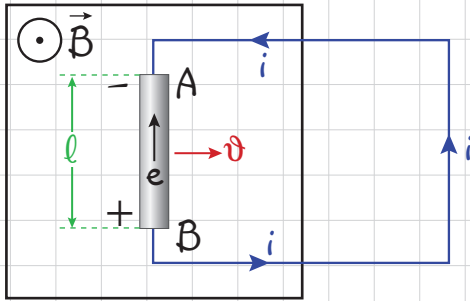


Şekil I

İletken bir çubuk, düzgün manyetik alan içinde hareket ederse iletkendeki (-) yüklere manyetik kuvvet etki eder. Bu durumda çubuğun bir ucu (+) diğer ucu (-) yük ile yüklenmiş olur.

Şekildeki AB çubuğu v hızı ile çekildiğinde B ucu (+) A ucu (-) yük ile yüklenir. İletken çubuğun A ve B uçları arasında oluşur.

Şekil I'deki iletken çubuğun iki ucu birbirine bir tel ile bağlanırsa Şekil II'deki gibi bir oluşur.



Şekil II

İletken telde oluşan indüksiyon akımını, indüksiyon elektromotor kuvveti oluşturur.

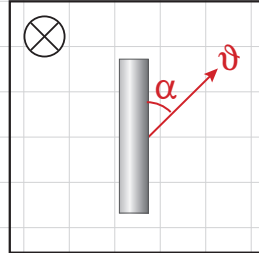
İndüksiyon elektromotor kuvveti,

$$\epsilon = B \cdot l \cdot v \text{ olur.}$$

B = Manyetik alan şiddeti (Tesla)

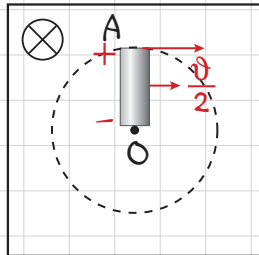
l = İletken çubuğun boyu (metre)

v = İletken çubuğun hızı (metre/saniye)



Eğer hız vektörü ile tel arasında α açısı varsa indüksiyon E.M.K'si;

$$\epsilon = Bv l \cdot \sin \alpha \text{ ile bulunur.}$$



Manyetik alan içindeki iletken AO çubuğu O noktası etrafında v hızı ile döndürülürse, çubuğun A ucu yükle O ucu ise yükle yüklenir. Bu durumda çubuğun uçları arasındaki indüksiyon elektromotor kuvveti oluşur.

İndüksiyon elektromotor kuvveti;

$$\epsilon = - \frac{Bv}{2} \cdot l \text{ ile bulunur.}$$

Burada hızın $\frac{v}{2}$ olmasının nedeni çubuğun A ucunun hızının v , O ucunun hızının sıfır olmasındandır. Bu yüzden ortalama hız yani $\frac{v}{2}$ alınır.

✓ İndüksiyon akımının değeri Ohm kanunu ile bulunur.

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = i_{\text{ind}} \cdot R$$

\mathcal{E}_{ind} = İndüksiyon elektromotor kuvveti (Volt)

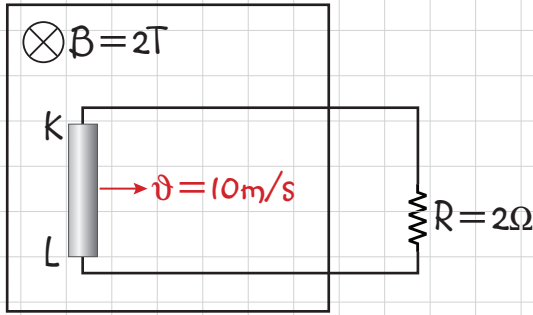
i_{ind} = İndüksiyon akımı (Amper)

R = İletkenin direnci (Ohm)



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

4



Uzunluğu 50 cm olan iletken KL çubuğunun iki ucu, direnci 5Ω olan iletken tel ile bağlanıyor.

Manyetik alan şiddetinin 2T olduğu bir yerde $v = 10$ m/sn hızla KL çubuğu çekildiğinde oluşan indüksiyon akımının değeri kaç Amper olur?

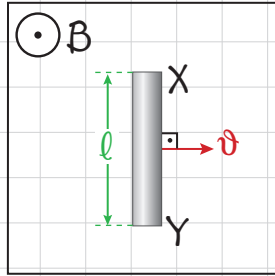
Çözüm:

$$\mathcal{E} = B \cdot l \cdot v = 2 \cdot \frac{50}{100} \cdot 10 = 10 \text{ Volt olur.}$$

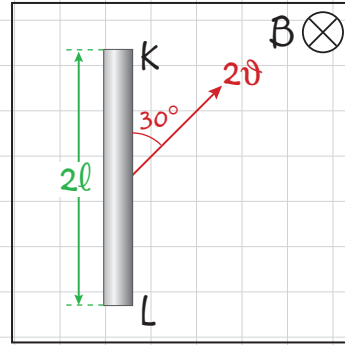
$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = i_{\text{ind}} \cdot R$$

$$10V = i_{\text{ind}} \cdot 5 \Rightarrow i_{\text{ind}} = 2A \text{ olur.}$$

5



Şekil I



Şekil II

Sayfa düzlemine dik, manyetik alan içinde Şekil I'de boyu l olan çubuk v hızı ile Şekil II'deki boyu $2l$ olan çubuk $2v$ hızı ile çekiliyor.

Şekil I'deki XY çubuğunun uçları arasındaki E.M.K \mathcal{E}_1 , Şekil II'deki KL çubuğunun uçları arasındaki E.M.K \mathcal{E}_2 ise $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}$ oranı nedir? ($\sin 30 = \frac{1}{2}$)

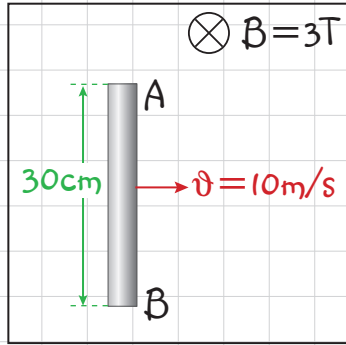
Çözüm:

$$\mathcal{E}_1 = B \cdot l \cdot v$$

$$\mathcal{E}_2 = B \cdot 2l \cdot 2v \cdot \sin 30 = -B \cdot \cancel{2l} \cdot 2v \cdot \frac{1}{2} \left. \begin{array}{l} \mathcal{E}_1 = -B l v \\ \mathcal{E}_2 = -2 B l v \end{array} \right\} \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{-B l v}{-2 B l v} = \frac{1}{2}$$

SIRA SİZDE

59



Boyu 30 cm olan AB çubuğu manyetik alan şiddeti 3T olan düzgün manyetik alanda şekildeki gibi 10 m/sn hızla çekiliyor.

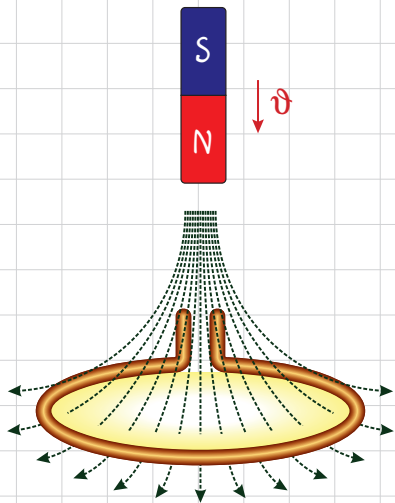
Buna göre AB çubuğunun uçları arasındaki indüksiyon E.M.K kaç volt-tur?

Çözüm:

2.5.4. LENZ KANUNU (İNDÜKSİYON AKIMININ YÖNÜ)

İndüksiyon akımı kendisini oluşturan nedene koyacak yönde oluşur. Bu kanun olarak bilinir.

Bir kapalı devrede akı değişimi indüksiyon akımı oluşturuyordu. Eğer kapalı devrede akı azalıyorsa, indüksiyon akımının oluşturacağı manyetik alan azalan akıyı yön-
de olmalıdır.

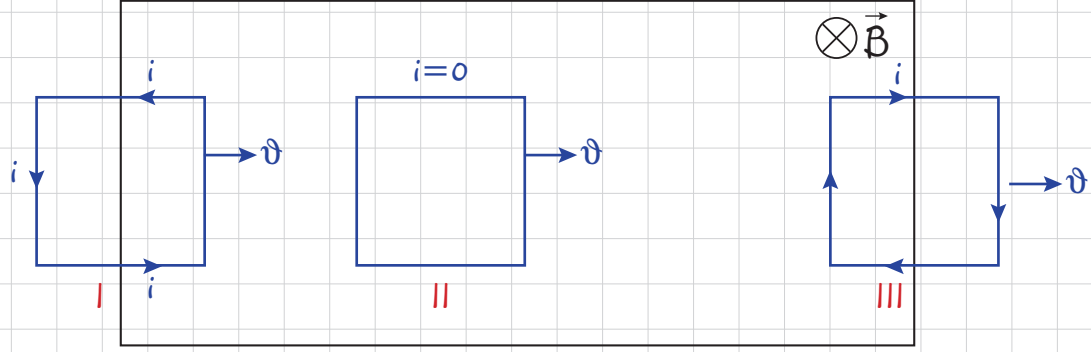


Örneğin; şekildeki mıknatıs, halkaya yaklaştırılırsa halka içindeki akı artar. Bu durumda indüksiyon akımı oluşur. Oluşan indüksiyon akımının oluşturduğu manyetik alan artan akı ile ters yönde olmalıdır.



İndüksiyon akımı sağ el kuralına göre bulunur.

Bir başka örnek de aşağıdaki gibi olsun.



Sayfa düzlemine dik içe doğru olan manyetik alan içinde bir çerçeve v hızı ile I konumundan manyetik alana girip, II konumunda manyetik alan içinde hareket edip, III konumunda manyetik alandan çıksın.

I. konumda: Manyetik akı İndüksiyon akımı oluşur. İndüksiyon akımının oluşturduğu manyetik alan, artan manyetik akıyı yönde olmalıdır.

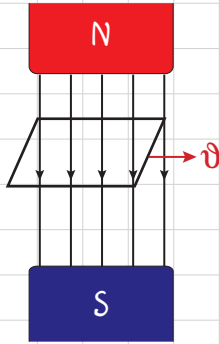
II. konumda: Manyetik akı değişmez. İndüksiyon akımı

III. konumda: Manyetik akı İndüksiyon akımı oluşur. İndüksiyon akımının oluşturacağı manyetik alan, azalan akıyı yönde olmalıdır.



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR

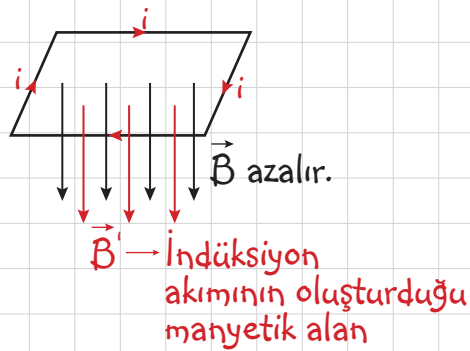
6



Şekildeki tel çerçeve Δt sürede manyetik alanın içinden çıkarılıyor.

Bu sürede tel çerçevede oluşan indüksiyon akımının yönü nedir?

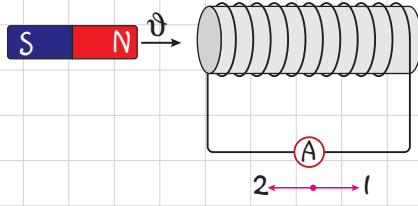
Çözüm:



Çerçeve manyetik alan içinden çıkarken akı azalır. Bu durumda indüksiyon akımı oluşur. Oluşan indüksiyon akımının oluşturacağı manyetik alan, azalan akı ile aynı yönlü olmalıdır.

B' manyetik alanını oluşturan indüksiyon akımı sağ el kuralına göre şekildeki gibi oluşur.

SIRA SİZDE



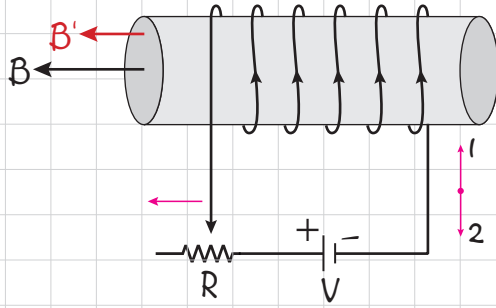
60

Şekildeki çubuk mıknatıs bir bobine v hızı ile yaklaştırılıyor.

Bu sırada bobinde oluşan indüksiyon akımının yönü ne olur?

Çözüm:

2.5.5. ÖZİNDÜKSİYON AKIMI VE ÖZİNDÜKSİYON ELEKTROMOTOR KUVVETİ



Şekildeki bobinin üzerinden i akımı geçerken, bobinin merkezinden B şiddetinde oluşur.

Reostanın sürgüsü ok yönünde çekilirse devredeki direnç büyür, devre akımı Bu durumda B manyetik alanı azalır. Bobinin bir indüksiyon E.M.K oluşmasına neden olur. Bu E.M.K devrede bir akım meydana getirecektir.

Bu akıma, akımı meydana getirecek E.M.K'ye de **özindüksiyon elektromotor kuvveti** denir. Özindüksiyon akımı 2 yönünde oluşur.

Özindüksiyon elektromotor kuvveti (E.M.K),

$$\varepsilon = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \text{ ile bulunur.}$$

L = İndüksiyon katsayısı. Akım değişimine karşı koymanın değeridir. Birimi Henry (H)'dir.

Δi = Akım değişimi. Birimi Amper (A)'dir.

Δt = Akım değişiminin oluşma süresi. Birimi Saniye (sn)'dir.

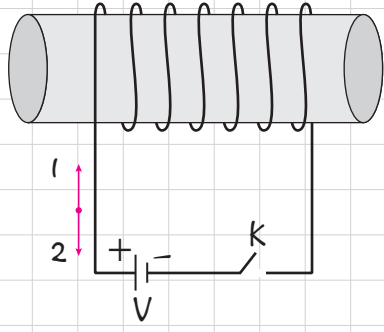


Özindüksiyon akımının yönünün bulunması için pratik yol:

- ✓ Eğer devrede akım azalıyorsa; özindüksiyon akımının yönü, devre akımı ile yönde olur.
- ✓ Eğer devrenin akımı artıyorsa; özindüksiyon akımı, devre akımı ile yönde olur.



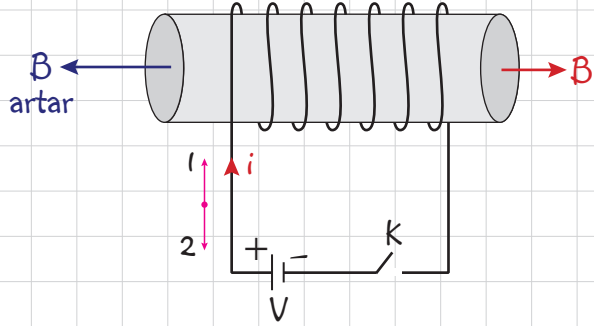
ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



Şekildeki devrede K anahtarı kapatılıyor. Bu durumda devreden geçen özindüksiyon akımının yönünü bulunuz.

Çözüm:

7



Anahtar kapatılırken devre akımı 0'dan belli bir değere gelene kadar artacaktır. Bu durumda bobin merkezinde oluşan B manyetik alanı da artacaktır. Bu durumda akı değişimi olacak ve bu akı değişiminden dolayı özindüksiyon akımı oluşacaktır.

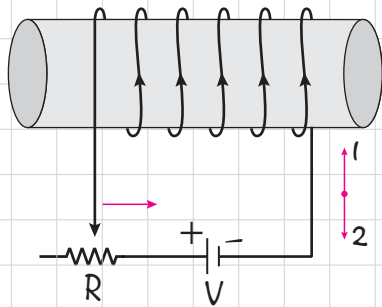
Özindüksiyon akımı, artan akıyı azaltacak yönde B' manyetik alanını oluşturur. B' manyetik alanını da, 2 yönünde geçen özindüksiyon akımı gerçekleştirir.

KISA YOL

Anahtar kapatılınca devre akımı artar. Özindüksiyon akımı, artan akıya karşı koyacak yönde oluşur. Devre akımı 1 yönünde olduğu için özindüksiyon akımı 2 yönünde oluşur.

SIRA SİZDE

6

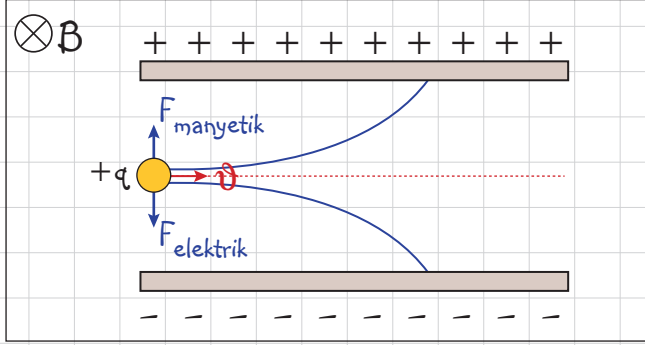


Şekildeki devrede reostanın sürüşü ok yönünde çekilirse devrede oluşacak özindüksiyon akımının yönü ne olur?

Çözüm:

2.5.6. LORENTZ KUVVETİ

Yüklü bir parçacık hem elektrik alanın hem de manyetik alanın olduğu bir ortama girerse her iki alan da yüklü parçacığa kuvvet uygulayacaktır. Bu kuvvetlerin toplamına denir.



$$F_{\text{Lorentz}} = F_{\text{elektrik}} + F_{\text{manyetik}} \\ = q \cdot \vec{E} + q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Şekildeki (+q) yüklü parçacık hem elektrik hem de manyetik alanın etkisinde hareket edecektir. Yer çekimi kuvveti önemsenmez ise

$$F_{\text{manyetik}} = F_{\text{elek}} \text{ ise;}$$

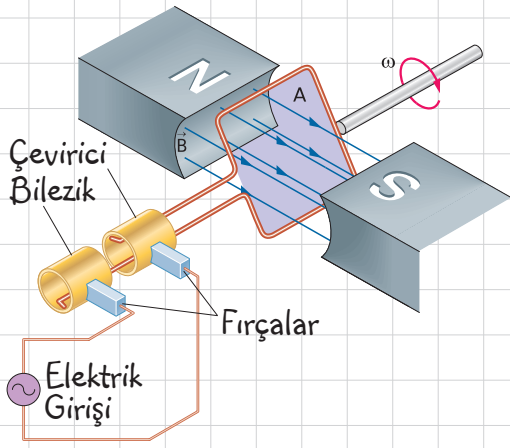
parçacık doğrultusunu

$F_{\text{man}} > F_{\text{elek}}$ ise; parçacık yukarı yönde sapar.

$F_{\text{man}} < F_{\text{elek}}$ ise; parçacık yönde sapar.

1. Elektro Motoru ve Dinamo Arasındaki Farklar

1. Elektrik Motorları: Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren düzeneklerdir.

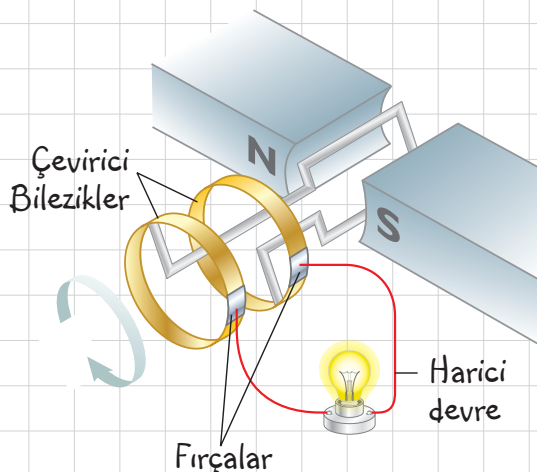


Üzerinden akım geçen tel çerçeve manyetik alan içine konulursa, çerçeveye manyetik kuvvet etki eder. Bu durumda tel çerçeve dönmeye başlar.

Eğer tel çerçevenin sarım sayısı artarsa, manyetik kuvvetin değeri artar. Bu şekilde dönüş daha kolay sağlanır.

2. Jeneratör ve Dinamo: Hareket enerjisini, elektrik enerjisine çeviren düzeneklerdir.

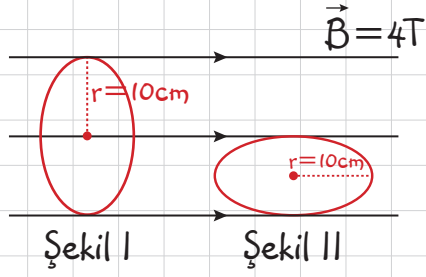
Manyetik alan içinde döndürülen tel halkada akı değişimi nedeniyle indüksiyon akımı oluşur.



Hidroelektrik santrallerde dinamolar, su türbinlerine bağlıdır. Su, türbinlere çarpınca hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüşür.

TEST 17

1.



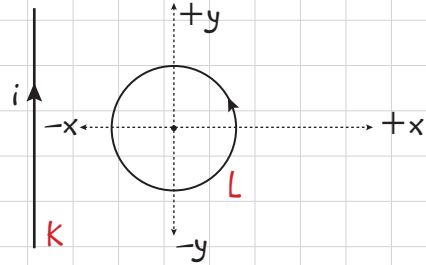
Yarıçapı 10cm olan tel halka 0,2 sn'de Şekil I'deki konumdan Şekil II'deki konuma getirilmiştir.

Düzdün manyetik alanın şiddeti 4T olduğuna göre bu sürede halkada oluşan indüksiyon E.M.K'si kaç Volt'tur?

($\pi = 3$)

- A) 0,2 B) 0,4 C) 0,6
D) 0,8 E) 1

2.



Sonsuz uzunluktaki K teli ve L halkası aynı düzlemindedir.

L halkasından şekildeki yönde indüksiyon akımı geçmesi isteniyor.

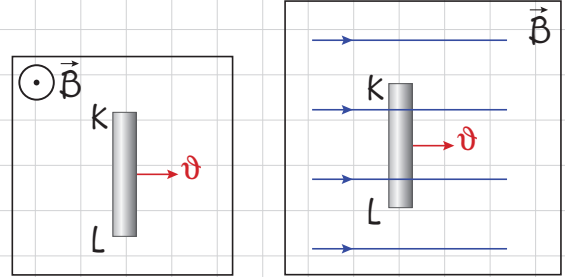
Buna göre;

- I. i akım şiddetini artırmak,
- II. i akım şiddetini azaltmak,
- III. halkayı +y yönünde hareket ettirmek,
- IV. halkayı -x yönünde hareket ettirmek

işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

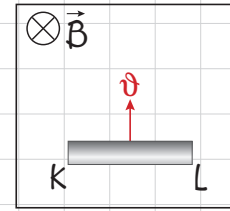
- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve IV
D) II ve III E) I, II, III ve IV

3.



Şekil I

Şekil II



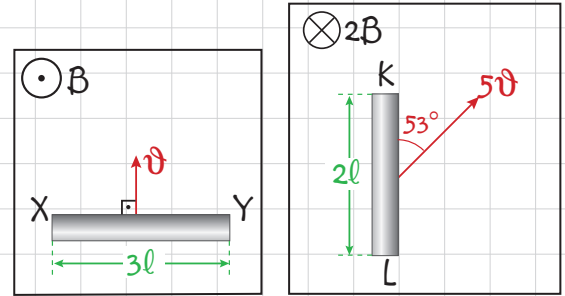
Şekil III

KL çubuğu Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki düzdün \vec{B} manyetik alanı içinde \vec{v} hızı ile çekiliyor.

Buna göre hangi şekilde KL çubuğunun uçları arasında indüksiyon elektromotor kuvveti oluşur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

4.



Şekil I

Şekil II

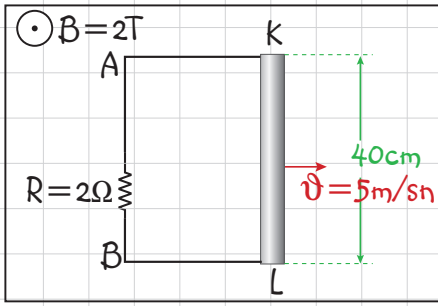
Uzunluğu $3l$ olan XY iletken teli B şiddetindeki manyetik alanda \vec{v} hızı ile Şekil I'deki gibi uzunluğu $2l$ olan KL iletken çubuğu $2B$ şiddetindeki manyetik alanda Şekil II'deki gibi $5\vec{v}$ hızıyla çekiliyor.

XY çubuğunun uçları arasında oluşan indüksiyon E.M.K \mathcal{E}_1 , KL çubuğunun uçları arasında oluşan indüksiyon E.M.K'sı \mathcal{E}_2 ise $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}$ oranı nedir?

- A) $\frac{1}{16}$ B) $\frac{3}{16}$ C) $\frac{1}{3}$ D) 1 E) 3

TEST 17

5.

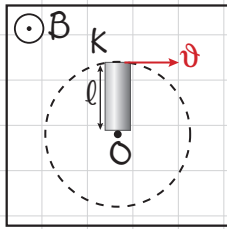


Şekildeki iletken ray üzerindeki KL çubuğu $2T$ şiddetindeki düzgün manyetik alan içinde $v = 5m/sn$ hızla çekilmektedir.

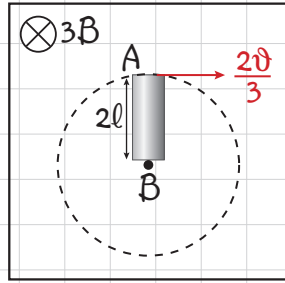
Buna göre 2Ω değerindeki dirençten geçen indüksiyon akımının yönü ve şiddeti nedir? (KL iletken çubuğunun direnci önemsizdir.)

- A) B'den A'ya doğru $2A$
- B) A'dan B'ye doğru $2A$
- C) B'den A'ya doğru $1A$
- D) A'dan B'ye doğru $3A$
- E) A'dan B'ye doğru $0,5A$

6.



Şekil I



Şekil II

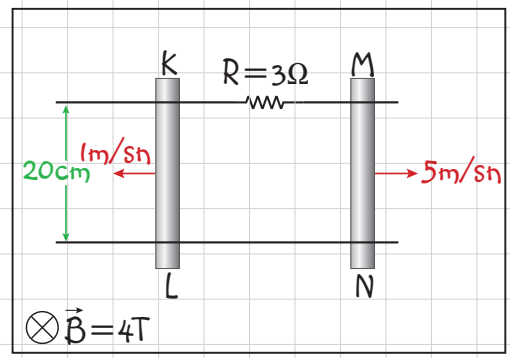
Şekil I'de l uzunluğundaki KL çubuğu, B şiddetindeki manyetik alan içinde v çizgisel hızı ile döndürülürken KO uçları arasındaki indüksiyon E.M.K'sının değeri \mathcal{E}_1 oluyor.

Şekil II'deki $2l$ uzunluğundaki AB çubuğu, $3B$ şiddetindeki manyetik alan içinde $\frac{2}{3}v$ çizgisel hızı ile döndürülürken AB uçları arasındaki indüksiyon E.M.K'sının değeri \mathcal{E}_2 oluyor.

Buna göre $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}$ oranı nedir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) $\frac{1}{4}$

7.

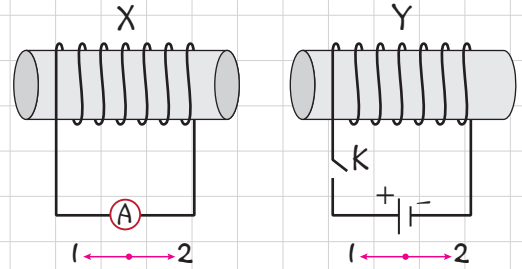


$4T$ değerindeki düzgün manyetik alan içindeki iletken ray üzerinde KL ve MN iletken çubukları, şekildeki gibi $1m/sn$ ve $5m/sn$ hızlarla çekiliyor.

Buna göre 3Ω 'luk dirençten geçen indüksiyon akımının değeri kaç A'dır?

- A) 1,1 B) 1,2 C) 1,5
- D) 1,6 E) 1,8

8.



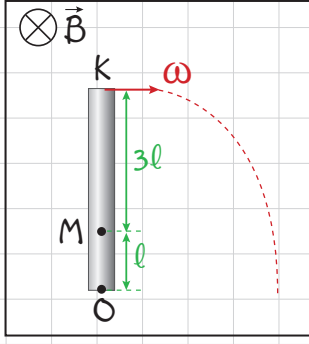
X ve Y bobinleri şekildeki konumda iken K anahtarı kapatılıyor.

Bu durumda X devresinde oluşan indüksiyon akımının ve Y devresinde oluşan özindüksiyon akımının yönü ne olur?

	İndüksiyon Akımı	Özindüksiyon Akımı
A)	oluşmaz	1
B)	2	oluşmaz
C)	2	2
D)	1	1
E)	1	2

TEST 17

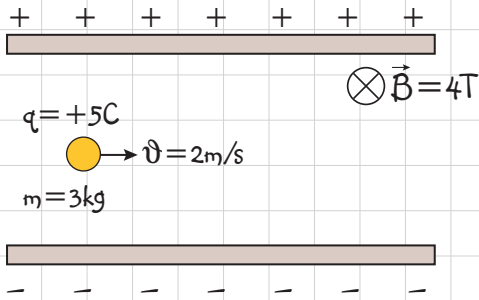
9.



Manyetik alan şiddetinin \vec{B} olduğu bir ortamda, KO çubuğu O noktası etrafından ω açısal hızı ile döndürülüyor. Çubuğun KO uçları arasındaki indüksiyon elektromotor kuvveti \mathcal{E} ise, OM uçları arasındaki indüksiyon E.M.K'sı kaç \mathcal{E} 'dir?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{8}$ D) $\frac{1}{16}$ E) 16

10.



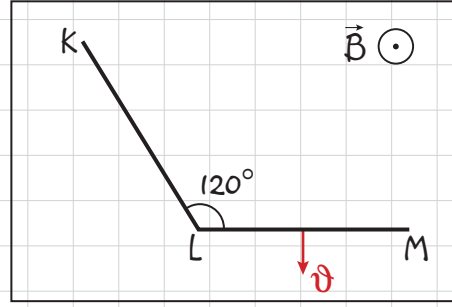
Manyetik alan şiddetinin 4T olduğu sistemde, yükü $q=5C$, kütlesi $m=3kg$ olan bir parçacık $2m/sn$ hızla fırlatılıyor.

Parçacığın doğrultusu değişmediğine göre levhalar arasındaki elektrik alanın şiddeti kaç N/C'dur?

($g = 10N/kg$)

- A) 8 B) 4 C) 3 D) 2 E) 1

11.

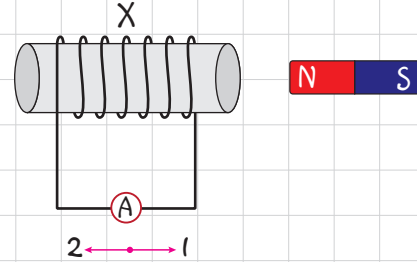


Sayfa düzlemine dik dışarı yönde düzgün \vec{B} manyetik alanı içinde özdeş ve iki eşit bölmeli iletken KLM çubuğu sabit ω hızıyla şekildeki gibi çekiliyor. Çubuğun LM kısmında oluşan elektromotor kuvvetinin büyüklüğü \mathcal{E} olduğuna göre, KM arasında oluşan indüksiyon E.M.K'nın büyüklüğü kaç \mathcal{E} 'dir?

($\sin 60 = \sin 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\cos 60$, $\sin 30 = \frac{1}{2}$)

- A) $\frac{3}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) 2 D) $\frac{2}{3}$ E) 4

12.



Bir bobin ve mıknatıs şekildeki konumda iken ampermetreden akım geçmediği görülüyor.

Buna göre;

- I. Mıknatıs \vec{v} hızı ile bobine yaklaşırsa bobinde I yönünde indüksiyon akımı oluşur.
 - II. Bobin ve mıknatıs aynı yönde ve aynı hız ile çekilirse bobinde I yönünde indüksiyon akımı oluşur.
 - III. Mıknatıs bobine yaklaştırılırsa bobinde özindüksiyon akımı oluşur.
- yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III B) I ve III C) Yalnız III
D) Yalnız II E) Yalnız I

ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



A large grid area for writing, enclosed by a dashed border.

ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.6. ALTERNATİF AKIM VE TRANSFORMATÖRLER

- 2.6.1. Alternatif Akım ile Doğru Akımın Karşılaştırılması
- 2.6.2. Alternatif Akımda Frekans ve Etkin Değer
- 2.6.3. Alternatif Akım Devresinde Direnç
- 2.6.4. Alternatif Akım Devresinde Sığaç
- 2.6.5. Alternatif Akım Devresinde Bobin
- 2.6.6. Alternatif Akım Devrelerinde Empedans
- 2.6.7. Transformatörler

2.6. ALTERNATİF AKIM VE TRANSFORMATÖRLER

2.6.1. ALTERNATİF AKIM İLE DOĞRU AKIMIN KARŞILAŞTIRILMASI

Doğru Akım

Yönü ve şiddeti akıma **doğru akım** denir. (DC) ile gösterilir. Pil, akü, dinamo gibi devre elemanları devreye doğru akım sağlar.

Alternatif Akım

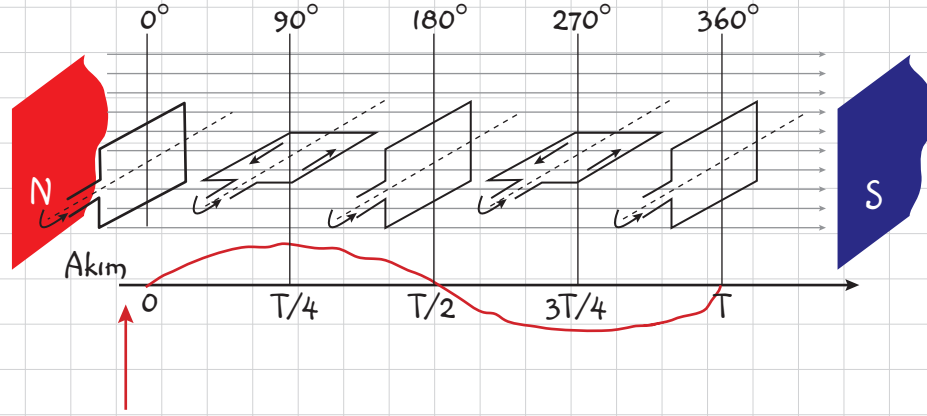
Yönü ve şiddeti sürekli olarak akımlara **alternatif akım** denir. Alternatif akım (AC) ile gösterilir. Jeneratörler, devrelere alternatif akım sağlar. Alternatif akımlar devre şemasında (~) ile gösterilir.

- ✓ Alternatif akım yoluyla elde edilir. Bu yüzden alternatif akım bir şebeke yoluyla alınır. Alternatif akım, güç kaynağı taşınmaz.
- ✓ Doğru akım pil, akü, dinamo gibi araçlardan alındığı için güç kaynağı taşınabilir.
- ✓ Alternatif akımın iletimi sırasında güç kaybı çok
- ✓ Doğru akımın iletimi sırasında güç kaybı çok fazladır.
- ✓ Alternatif akım tüketiciler için daha tehlikelidir. Çünkü yüksek gerilimler elde edilir.
- ✓ Doğru akım tüketiciler için daha güvenlidir.
- ✓ Alternatif akım sürekli değiştiği için elektroliz ve kaplamacılık
- ✓ Doğru akım ile elektroliz ve kaplamacılık yapılabilir.



Alternatif akım, "diyot" adı verilen devre elemanları ile doğru akıma çevrilebilir.

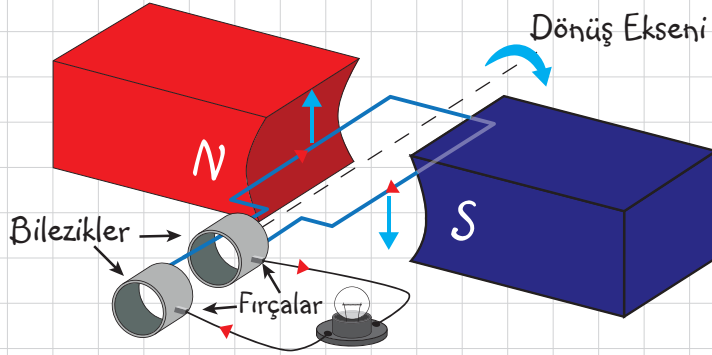
2.6.2. ALTERNATİF AKIMDA FREKANS VE ETKİN DEĞER



Alternatif akım, bir manyetik alan içinde dönen çerçevenin üzerinde oluşan indüksiyon akımıdır.

Tel çerçeve manyetik alan içinde ne kadar hızlı döndürülürse yani akı değişimi ne kadar kısa sürede oluşursa o kadar akım elde edilir.

✓ Yani frekansın artması alternatif akımın değerini



Alternatif akım yandaki düzlemler kullanılarak elde edilir. Alternatif akımın değeri sürekli olarak değişkenlik gösterir.

● Etkin Değer

Bir R direnci hem alternatif akım ile hem de doğru akım ile kullanıldığında ısı enerjisi üretir.

Alternatif akımda bir direncin t sürede sağladığı ısı miktarını, aynı sürede aynı dirençten elde eden doğru akım değerine denir.



Akımın ya da gerilimin etkin değeri, maksimum değerinden

✓ Alternatif akım devrelerinde akımın maksimum değeri ile etkin değeri arasında;

$$I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

bağıntısı vardır.

I_e = Alternatif akımın etkin değeri

I_m = Alternatif akımın maksimum değeri

✓ Alternatif akım devresinde gerilimin maksimum değeri ile etkin değeri arasında;

$$\mathcal{V}_e = \frac{\mathcal{V}_m}{\sqrt{2}} \text{ bağıntısı vardır.}$$

\mathcal{V}_e = Gerilimin akımın etkin değeri
 \mathcal{V}_m = Gerilimin maksimum değeri

2.6.3. ALTERNATİF AKIM DEVRESİNDE DİRENÇ

Alternatif akım devresinde direnç, doğru akımdaki davranışını gösterir. Doğru akım devresinde dirençte ısı enerjisi yayılır. Alternatif akım devresinde de ısı enerjisi açığa çıkar. Bir alternatif akım devresinde dirençten t sürede açığa çıkan ısı enerjisi;

$$E = i_e^2 \cdot R \cdot t \text{ ile bulunur.}$$

i_e = Akımın etkin değeri (Amper)
 R = Direnç (Ohm)
 t = Isı enerjisini açığa çıkaran süre (Saniye)

2.6.4. ALTERNATİF AKIM DEVRESİNDE SİĞAÇ

Doğru akım devresine sığaç bağlandığında devredeki akımın sığaç dolana kadar olduğunu öğrendik. Doğru akım devrelerinde, sığaç yük depoladıktan sonra devreden akım geçmez.

Alternatif akım devrelerinde ise akım sürekli maksimum ve sıfır değerini aldığı için alternatif akım devrelerinde sığaç, akımın devrede dolanmasına izin verir.

Sığaçtan alternatif akım geçerken sığacın sığası ve alternatif akım frekansına bağlı olarak oluşan dirence denir. Kapasitif reaktans X_C ile gösterilir. Birimi ohm (Ω)'dur.

✓ Frekans arttıkça X_C değeri azalır.

✓ Sığacın sığası arttıkça X_C değeri



Alternatif akım devrelerinde sığaçta enerji harcanmaz. Sığaç dolana kadar enerji sığacın levhaları arasında depolanır. Akım 0 olduğunda bu enerji devrede harcanır.

2.6.5. ALTERNATİF AKIM DEVRESİNDE BOBİN

Alternatif akım devrelerinde bobin; devre akımı arttıkça özindüksiyon akımı yardımı ile akımı azaltmaya çalışırken, devrede akım azaldıkça özindüksiyon akımı yardımıyla devre akımını çalışır.

Alternatif akım devrelerinden bobin, enerjiyi manyetik alanda depolar. Bobinde enerji harcanmaz.

Bobin hem doğru akım devrelerinde hem de alternatif akım devrelerinde akımın sürekli olarak devrede dolanmasına izin verir.

İndüktans Nedir?

Bir bobinin geometrik özelliklerine ve ortama bağlı bir katsayıdır. L ile gösterilir. Birimi Henry'dir.

Bobinin alternatif akıma karşı gösterdiği dirence denir. X_L ile gösterilir. Birimi ohm (Ω)'dur.



✓ Alternatif akımın frekansı arttıkça bobinin direnci indüktif reaktansı (X_L)

✓ İndüktans arttıkça bobinin direnci (X_L) artar.

Alternatif akım devrelerinde sigaç ve bobinin saf direnci yoksa güçleri sıfırdır.

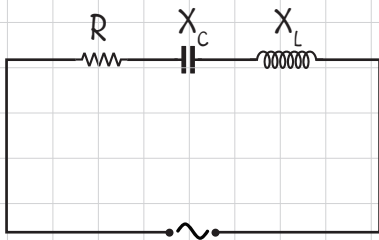
ÖĞRETMENİM DİYOR Kİ:



2.6.6. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİNDE EMPEDANS

Bir alternatif akım devresinde sadece direnç, sadece bobin, sadece sigaç olabildiği gibi birden fazla eleman da bulunabilir. Birden fazla devre elemanının olduğu alternatif akım devresinin ohm cinsinden eş değer direncine denir. Empedans Z ile gösterilir. Birimi ohm (Ω)'dur.

Rezonans



Direnç, sigaç ve bobinin seri bağlı olduğu bir alternatif akım devresinde sigacın kapasitif reaktansı (X_C) ile bobinin indüktif reaktansı (X_L)'nin eşit olduğu duruma denir. Rezonans durumunda alternatif akımı en büyük değerini alır. Rezonans durumunda dirençten maksimum güç elde edilir.

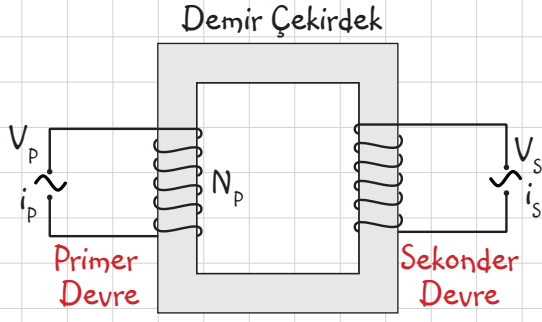
Rezonans frekansı

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \text{ ile bulunur.}$$

f = Rezonans frekansı (s^{-1})
 L = Bobinin indüktansı (Henry)
 C = Sığacın kapasitansı (Farad)

2.6.7. TRANSFORMATÖRLER

Alternatif akımı ya da gerilimi değiştirmeye yarayan düzeneklere denir.



V_p = Primerdeki gerilim
 i_p = Primer devrenin akımı
 N_p = Primer devrenin sarım sayısı
 V_s = Sekonderdeki gerilim
 i_s = Sekonder devrenin akımı
 N_s = Sekonder devrenin sarım sayısı

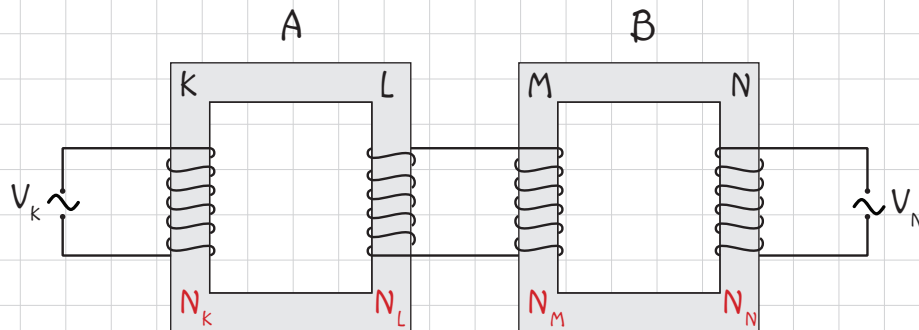
- ✓ Transformatörler sadece akımla çalışırlar.
- ✓ Transformatörler, demir çekirdek üzerine sarılmış iki bobinden oluşur.
- ✓ Transformatörlerde birincil devre (primer devre) ve ikincil devre (sekonder devre) olmak üzere iki devre vardır.
- ✓ Transformatörlerde gelen akımın frekansı ile çıkışta oluşan akımın frekansı birbirine eşittir.
- ✓ İdeal bir transformatörde (verimin %100 olduğu transformatörlerde);

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{i_p}{i_s} \text{ bağıntısı vardır.}$$

Bu bağıntıdan yola çıkarak;

- ➔ $N_p < N_s$ ise transformatör, gerilim transformatördür.
- ➔ $N_p > N_s$ ise transformatör, gerilim düşüren transformatördür.
- ➔ $\frac{N_p}{N_s}$ oranına denir.

Çift Çekirdekli Transformatörler

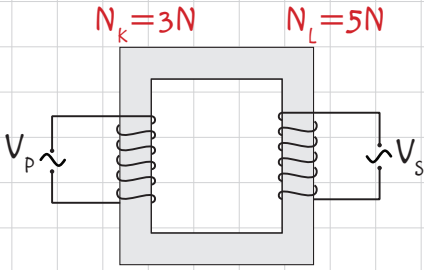


Şekildeki gibi bağlanmış ideal A ve B transformatörlerinin K, L, M, N bobinlerinin sarım sayıları sırasıyla N_k , N_l , N_m ve N_n olsun. Giriş gerilimi V_k ile çıkış gerilimi V_n arasında;

$$V_k \cdot N_l \cdot N_n = V_n \cdot N_m \cdot N_k \text{ bağıntısı vardır.}$$



ÇÖZÜMLÜ ÖRNEK SORULAR



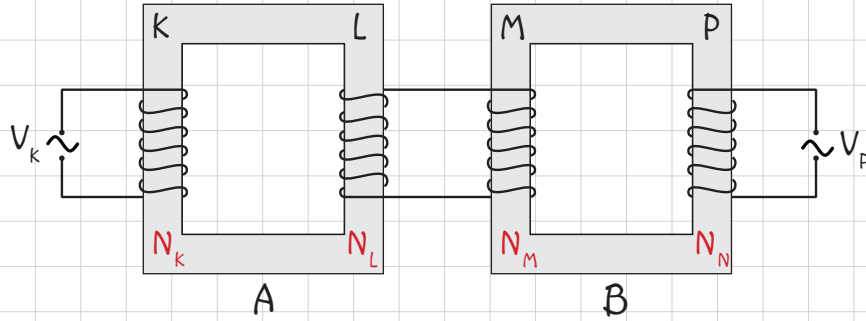
Şekildeki ideal transformatörde primer devrenin sarım sayısı $N_p = 30N$, sekonder devrenin sarım sayısı $N_s = 5N$ 'dir.

Primer gerilimi 180 Volt olduğuna göre sekonder gelimi kaç Volt'tur?

Çözüm:

İdeal transformatörlerde; $\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$ bağıntısı vardır.

$$\frac{3N}{5N} = \frac{180}{V_s} \Rightarrow V_s = 300 \text{ Volt olur.}$$



2

Şekildeki A ve B transformatörlerinden oluşan sistemde K, L, M, P bobinlerinin sarım sayıları N_k , N_L , N_M ve N_P 'dir.

V_k giriş gerilimini değiştirmeden V_p çıkış gerilimini azaltmak için neler yapılması gerekir?

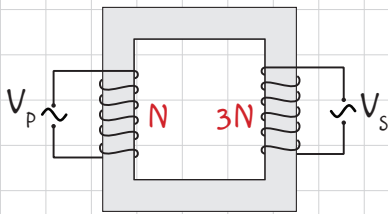
Çözüm:

$V_k \cdot N_L \cdot N_P = V_p \cdot N_M \cdot N_k$ bağıntısında V_k sabit olacak şekilde V_p 'nin azalması için,

- 1) N_L ya da N_P sarım sayıları azaltılabilir.
- 2) N_M ya da N_k sarım sayıları artırılabilir.

SIRA SİZDE

62



Şekildeki ideal transformatörün primer devredeki sarım sayısı N , sekonder devredeki sarım sayısı $3N$ 'dir.

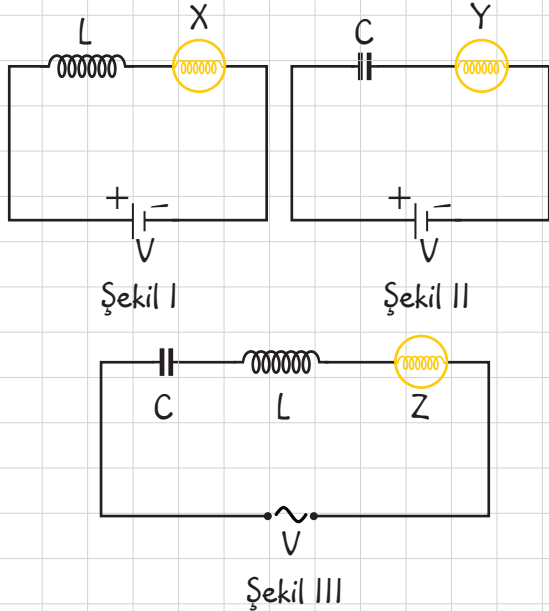
Çözüm:

Primer gerilimi 100 Volt, primer akımı $i_p = 6A$ olduğuna göre sekonder akımı i_s kaç Amper'dir?

TEST 18

1. Alternatif akım devrelerinde akımın yönü ve şiddeti sürekli değişir.
- II. Alternatif akım devresinde akım, indüksiyon yoluyla elde edilir.
- III. Alternatif akım devrelerinde enerji kaybı çok az olur.
- Alternatif akım ile ilgili olarak yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

2.

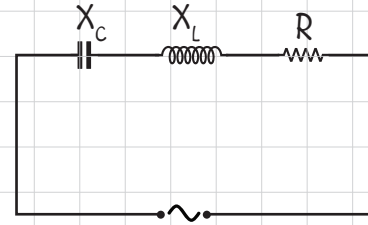


X, Y, Z lambaları Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki devrelere bağlanmıştır. Buna göre hangi lambalar sürekli olarak ışık verir?

- A) X B) Y C) Z
D) X ve Z E) X, Y ve Z

3. 1. Bir alternatif akım devresinde ideal sıgaç kullanılmışsa sıgaçta enerji harcanmaz.
- II. Alternatif akım devresinde rezonans durumunda bobinin ohmik direnci, sıgaçın ohmik direncine eşittir.
- III. Alternatif akım devrelerinde rezonans durumunda devreden minimum güç alınır.
- Yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?
- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4.



Şekildeki alternatif akım devresinde frekans arttırılıyor. Buna göre R, X_L ve X_C nasıl değişir?

	R	X_L	X_C
A)	değişmez	artar	azalır
B)	artar	azalır	artar
C)	artar	artar	artar
D)	değişmez	azalır	artar
E)	değişmez	azalır	azalır

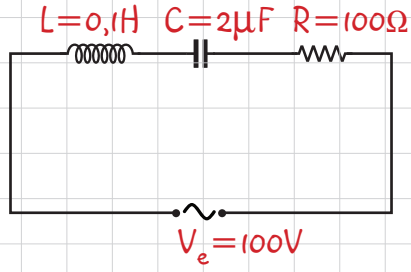
5.

Maksimum gerilimin $\epsilon_{\max} = 100\sqrt{2}$ Volt olduğu bir alternatif akım devresinin etkin gelimi ϵ_{Etkin} değeri kaç Volt'tur?

- A) 50 B) $50\sqrt{2}$ C) 100
D) $100\sqrt{2}$ E) 10

TEST 18

6.

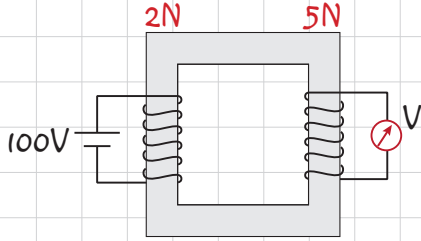


Şekildeki alternatif akım devresinde akımın etkin değeri 1A'dır.

Buna göre ideal sığaçta 20 sn'de açığa çıkan enerji kaç Joule'dür?

- A) 0 B) 2 C) 20
D) 200 E) 2000

7.



Şekildeki ideal transformatörde sekonder devredeki voltmetre kaç voltu gösterir?

- A) 0 B) 40 C) 50
D) 100 E) 250

8.

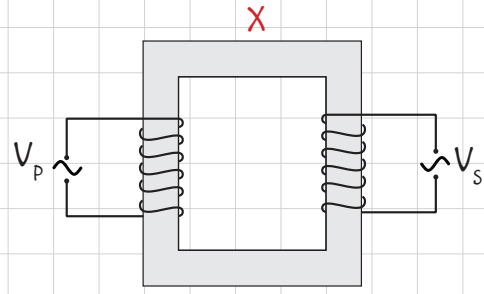
Alternatif akım devreleri ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Alternatif akım devrelerinde mutlaka sığaç bulunmak zorundadır.
B) Sığaçlı alternatif akım devrelerine bağlanan lambalar sürekli olarak ışık verirler.
C) Alternatif akım devrelerinde sadece dirençte enerji harcanır.
D) Bir alternatif akım devresinde akımın etkin değeri

$$i_e = \frac{i_{\max}}{\sqrt{2}} \text{ ile bulunur.}$$

- E) Alternatif akım devrelerinde akımın yönü ve şiddeti sürekli olarak değişir.

9.



Şekildeki X transformatörü idealdir.

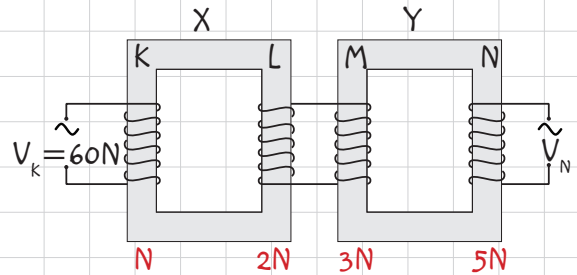
Buna göre;

- I. Primerdeki güç, sekonderdeki güçten fazladır.
- II. $N_p > N_s$ ise alçaltıcı transformatördür.
- III. $V_p < V_s$ ise primer akımı sekonder akımından büyüktür.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

10.



Şekildeki X ve Y transformatörlerinde K, L, M, N bobinlerinin sarım sayıları sırasıyla N, 2N, 3N ve 5N'dir.

Buna göre giriş gerilimi 60 Volt olduğuna göre çıkış gerilimi kaç Volt'tur?

- A) 50 B) 100 C) 150
D) 200 E) 300

SIRA SİZDE ÇÖZÜMLERİ

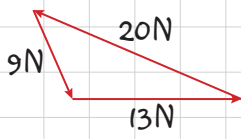
$$1 \quad R = \sqrt{x^2 + y^2 + 2x \cdot y \cdot \cos\alpha}$$

$$R = \sqrt{(5)^2 + (3)^2 + 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot \cos\alpha}$$

$$R = \sqrt{25 + 9 + 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$R = 7 \text{ birim}$$

2 9N, 13N ve 20N büyüklüğünde vektörler uç uca eklendiğinde kapalı bir üçgen oluşturur.



Bu yüzden bileşkenin en küçük değeri 0'dır.

3 Doğu yön (+), Batı yön (-) ise;

$$\vec{V}_{\text{Bağıl}} = \vec{V}_{\text{gözlenen}} - \vec{V}_{\text{gözlemci}}$$

$$\vec{V}_{\text{Bağıl}} = +3 \text{ m/sn} - 7 \text{ m/sn}$$

$$\vec{V}_{\text{Bağıl}} = -4 \text{ m/sn}$$

Ahmet Ayşe'yi batı yönünde 4 m/sn hızla görüyor.

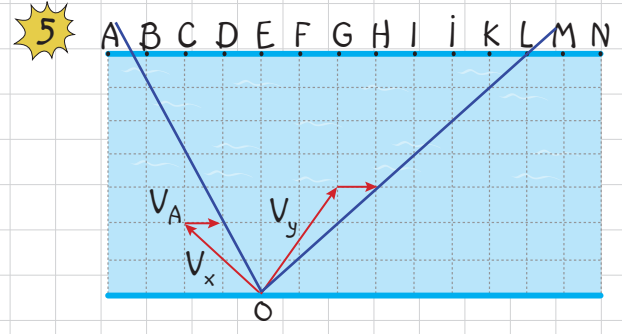
$$4 \quad X_K = (V_K + V_A) \cdot t$$

$$+ X_L = (V_L - V_A) \cdot t$$

$$X_K + X_L = (3+1) \cdot t + (2-1) \cdot t = 100 \text{ m}$$

$$5t = 100$$

$$t = 20 \text{ sn.}$$



X → A - B arasında
Y → L noktasından karşı kıyıya çıkar.

$$6 \quad F_y = F \cdot \sin 37 = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ N}$$

$$F_s = k \cdot N = k \cdot (mg \cdot F_y)$$

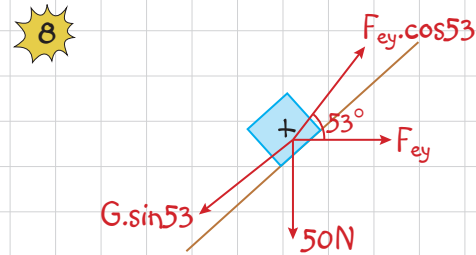
$$F_s = 0,2 \cdot (10 - 3) = 1,4 \text{ N}$$

$$7 \quad F_y = F \cdot \sin 37 = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ N}$$

$$F_s = k \cdot N = 0,2 \cdot (mg \cdot F_y)$$

$$F_s = 0,2 \cdot (50 + 3)$$

$$F_s = 10,6 \text{ N}$$



$$G \cdot \sin 53 = F_{ey} \cdot \cos 53$$

$$m \cdot g \cdot 0,8 = m \cdot a_{\text{araç}} \cdot 0,6$$

$$a_{\text{araç}} = \frac{80}{6}$$

$$F_{\text{net}} = m_T \cdot a_{\text{araç}}$$

$$F_{\text{net}} = 15 \cdot \frac{80}{6} = 200 \text{ N}$$

9

$$F_{ey} = m \cdot a_{\text{araç}}$$

$$F_{ey} = 4 \cdot 2,5 = 10 \text{ N}$$

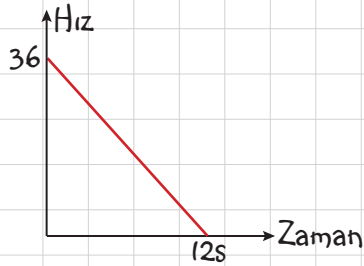
$$G = m \cdot g = 4 \cdot 10 = 40 \text{ N}$$

$$T = F_{ey} + G$$

$$T = 10 + 40$$

$$T = 50 \text{ N}$$

10



$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$3 = \frac{36}{t} \Rightarrow t = 12 \text{ s}$$

$$x = \frac{36 \cdot 12}{2} = 216 \text{ m}$$

11

$$\Delta V_1 = 10 \cdot 2 = 20$$

$$\Delta V_2 = 20 \cdot 2 = 40$$

$$\Delta V_3 = -5 \cdot 2 = -10$$



12

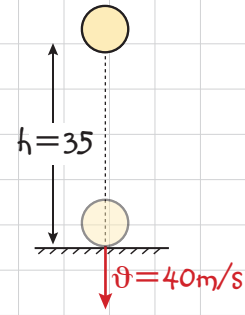
$$x_k = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 144 = 576 \text{ m}$$

$$x_L = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (12)^2 = 216 \text{ m}$$

$$x_k + x_L = 576 + 216 = 792 \text{ m}$$

13

Cisim son saniyede 35 m yol alıyorsa hızı 40 m/sn'dir.



$$v = g \cdot t$$

$$40 = 10 \cdot t \Rightarrow t = 4 \text{ s}$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 16 \Rightarrow h = 80 \text{ m}$$

14

$$m_k = d \cdot V_k = d \cdot \frac{4}{3} \pi (3r)^3 = 27m$$

$$m_L = d \cdot V_L = d \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = m$$

$$V_k = \sqrt{\frac{27 \cdot m \cdot g}{k \cdot \pi \cdot 9r^2}} = \sqrt{3}$$

$$V_L = \sqrt{\frac{m \cdot g}{k \cdot \pi \cdot r^2}}$$

15

$$h = v_{ot} + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$105 = 20t + 5t^2$$

$$t^2 + 4t - 21 = 0$$

$$\begin{array}{cc} -3 & +7 \end{array}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

16

$$h = v_{ot} + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$h = 40 \cdot 6 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (6)^2$$

$$h = 240 - 180$$

$$h = 60 \text{ m}$$

$$17) x = V_0 \cdot t$$

$$30 = 10 \cdot t \Rightarrow t = 3s$$

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (3)^2 = 45 \text{ m}$$

$$V_y = g \cdot t = 10 \cdot 3 = 30 \text{ m/sn}$$

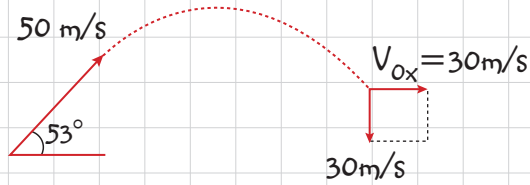
$$V_{\text{yer}} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{10^2 + 30^2}$$

$$V_{\text{yer}} = 10\sqrt{10} \text{ m/sn}$$

$$18) V_{Ox} = 50 \cdot \cos 53 = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ m/sn}$$

$$V_{Oy} = 50 \cdot \sin 53 = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ m/sn}$$

7 saniye sonunda cismin hızı;



$$V = \sqrt{30^2 + 30^2} = 30\sqrt{2} \text{ m/sn}$$

$$19) F_x = F \cdot \cos 60$$

$$F_x = 50 \cdot \frac{1}{2} = 25 \text{ N}$$

$$W = F_x \cdot \Delta x$$

$$W = 25 \cdot 4$$

$$W = 100 \text{ Joule}$$

$$20) W = \Delta E$$

$$F \cdot \Delta x = \frac{1}{2} m V_{\text{son}}^2 - \frac{1}{2} m V_{\text{ilk}}^2$$

$$F \cdot 10 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (15)^2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (5)^2$$

$$F \cdot 10 = 200$$

$$F = 20 \text{ N}$$

$$21) W = \Delta E_p$$

$$W = E_{p\text{son}} - E_{p\text{ilk}}$$

$$W = G \cdot h - G \cdot \frac{1}{2}$$

$$W = \frac{1}{2} G \cdot h$$

$$22) E_p = \frac{1}{2} k x^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot (0,1)^2$$

$$E_p = 5 \text{ Joule}$$

$$23) E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = m \cdot g \cdot h$$

$$\frac{1}{2} \cdot (10)^2 = 10 \cdot h$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$24) I = F \cdot \Delta t, F = m \cdot g \text{ ve}$$

cismi yere düşme süresi;

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$80 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$I = m \cdot g \cdot \Delta t = 3 \cdot 10 \cdot 4 = 120 \text{ N.sn.}$$

25 $\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$
 $0 = m_{\text{çocuk}} \cdot V_{\text{çocuk}} + m_{\text{anne}} \cdot V_{\text{anne}}$
 $0 = 2m \cdot 6 + 5m \cdot V_{\text{anne}}$
 $-12m = 5m \cdot V_{\text{anne}}$
 $V_{\text{anne}} = -2,4 \text{ m/sn}$
 Anne batı yönünde 2,4 m/sn hız kazanır.

26 $E = \frac{p^2}{2m}$
 $l = \frac{l^2}{2 \cdot m} \text{ idi.} \Rightarrow m = \frac{l}{2}$
 $m = 0,5 \text{ kg}$

27 $\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$
 $m_A \cdot V_A + m_B \cdot V_B = m_A V_A' + m_B V_B'$
 $7m \cdot 4\vartheta + 5m \cdot 0 = 7m V_A' + 5m V_B'$
 $28mV = 7m V_A' + 5m V_B'$
 $28V = 7V_A' + 5V_B' \quad (1)$

Hız korunumundan;

$$4V + V_A' = 0 \cdot V_B'$$

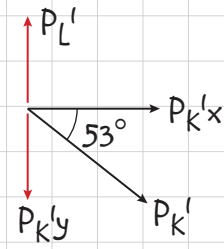
$$4V = V_B' - V_A' \quad (2)$$

1 ve 2 birlikte çözümlerse;

$$V_A' = + \frac{2V}{3} \quad V_B' = + \frac{14V}{3}$$

28 $\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$
 $4 \cdot 12 + 2 \cdot 0 = (4 + 2) \cdot V_{ort.}$
 $48 = 6 \cdot V_{ort.}$
 $V_{ort} = +8 \text{ m/sn}$

29 $\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$
 $\vec{p}_{ilk} = 4m \frac{3V}{2} = 6m\vartheta$



$$p_{K'x} = \vec{p}_{ilk}$$

$$p_{K'} \cdot \cos 53 = 6m\vartheta$$

$$4m \cdot V_{K'} \cdot \frac{3}{5} = 6m\vartheta$$

$$p_L' + p_{K'}$$

$$V_{K'} = \frac{5V}{2}$$

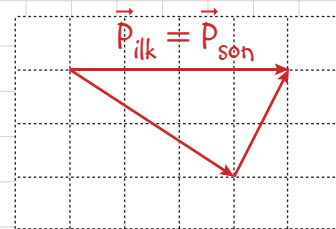
$$2m V_L' = 4m V_{K'} \cdot \sin 53^\circ$$

$$2m V_L' = 4m V_{K'} \cdot \frac{4}{5}$$

$$2m V_L' = 4 \cdot \frac{5V}{2} \cdot \frac{4}{5}$$

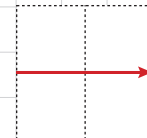
$$V_L' = 4\vartheta$$

30 $\vec{p}_{ilk} = \vec{p}_{son}$



$$p_{ilk} = 4br = 2m \cdot V_{ort.}$$

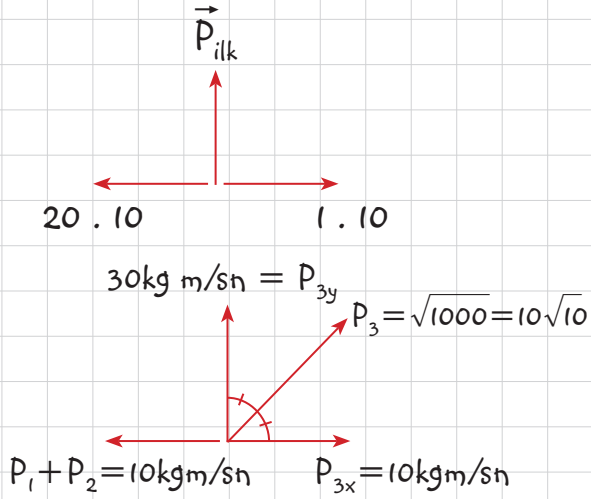
$$V_{ort.} = 2br$$



- 31 Cisim atıldıktan 3 saniye sonra hızı 10 m/sn olur.

$$\vec{P}_{ilk} = 3 \cdot 10 = 30 \text{ kgm/sn} \uparrow$$

$$P_{son} = \downarrow 30 \text{ kgm/sn olmalı}$$

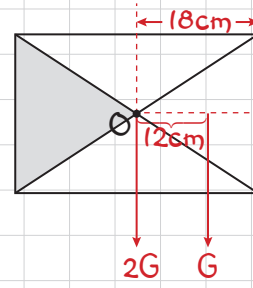


- 32 $\tau_O = F_1 d_1 + F_{2(y)} d_2 + F_3 d_3$
 $\tau_O = -10 \cdot 2 - 10 \cdot \sin 37 \cdot 4 + 15 \cdot 3$
 $\tau_O = -20 - 24 + 45$
 $\tau_O = 1 \text{ N.m}$

- 33 $G \cdot 2 = T \cdot 4$
 $12 \cdot 2 = T \cdot 4$
 $T = 6$

- 34 İpe göre tork alındığında,
 $G_x = 2G_y$
 $2G_z = Y$
 $G_x > G_y > G_z$ olur.

35



$$x = \frac{G \cdot 12}{3 \cdot G} \Rightarrow x = 4 \text{ cm}$$

Kütle merkezi 4 cm yer değiştirir.

36

$$F \cdot 4 = G \cdot 2$$

$$F \cdot 4 = 10 \cdot 2$$

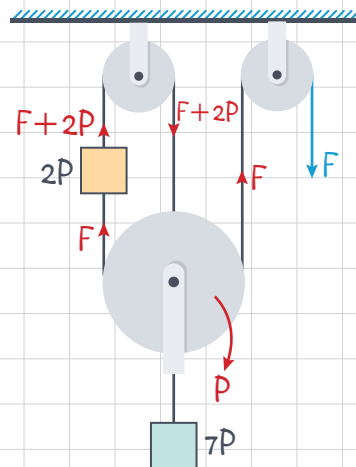
$$F = 5 \text{ N}$$

Kuvvetten kazanç $\frac{G}{F} = \frac{10}{5} = 2$ 'dir.

Yoldan kayıp 2 olmalıdır.

Yük 1m yükselir.

37

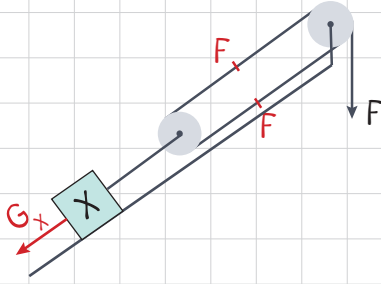


$$8P = 2F + 2P$$

$$6P = 2F$$

$$F = 3P$$

38 $G_x = G_x \cdot \sin 37$
 $G_x = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ N}$



$G_x = 2F$, $30 = 2F \Rightarrow F = 15 \text{ N}$
 Kuvvetin yaptığı iş cisme potansiyel enerji olarak aktarılır.

$F \cdot x = G \cdot h$
 $15 \cdot 5 = 50 \cdot h$
 $h = 1,5 \text{ m}$

39 $h_1 = n_1 \cdot a_1$ $h_2 = n_2 \cdot a_2$
 $\frac{h_1 = 4 \cdot 3}{h_2 = 7 \cdot 2} \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{6}{7}$

40 Çıkrık bir tur atarsa yük $2\pi r$ kadar yer değiştirir. n tur atınca da $n \cdot 2\pi r$ kadar yük hareket eder.
 $3 = n \cdot 2 \cdot 3 \cdot a$
 $n = 5 \text{ tur}$

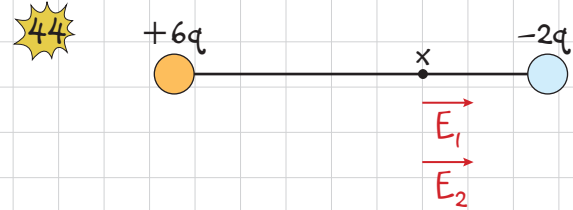
41 $n_k \cdot r_k = n_L \cdot r_L$
 $2 \cdot 5 = n_L \cdot 2 \Rightarrow n_L = 5 \text{ tur atar.}$
 L ve M eş merkezli olduğu için,
 $n_M = 5$ 'tir.
 $n_M \cdot r_M = n_N \cdot r_N$
 $5 \cdot 1 = n_N \cdot 2 \Rightarrow n_N = \frac{5}{2} \text{ tur.}$

42 L dişlisi iletim görevi görür.
 $n_k \cdot r_k = n_M \cdot r_M$
 $5 \cdot 3 = n_M \cdot \frac{5}{2}$
 $n_M = 6 \text{ tur}$

K ve L zıt yönlü, L ve M zıt yönlü döndüğü için M dişlisi 2 yönünde döner.

43 $F = k \cdot \frac{q_X \cdot q_Y}{d^2}$
 $F' = k \cdot \frac{q_X \cdot q_Y}{(\frac{d}{2})^2}$
 $= 8k \frac{q_X \cdot q_Y}{d^2} = 8F$

İtme kuvveti 8 katına çıkar.



$E_1 = k \frac{6q}{d^2}$ $E_T = k \cdot \frac{2q}{3d^2} + k \cdot \frac{2q}{d^2}$
 $E_2 = k \frac{2q}{d^2}$ $= \frac{8}{3} k \frac{q}{d^2}$

45 $E_p = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$
 $E_p = k \cdot \frac{(+3q) \cdot (+2q)}{2d^2}$
 $E_p = + \frac{5}{2} \cdot \frac{k \cdot q^2}{d}$

$$46 \quad \frac{V_A = k \frac{(-q)}{2d}}{V_A = k \frac{(-q)}{3d}} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{3}{2}$$

$$47 \quad V_{\text{ort.}} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1 + r_2}$$

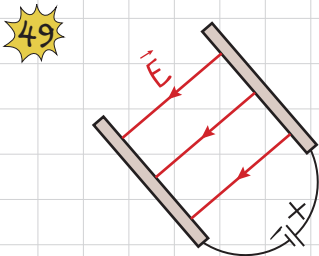
$$V_{\text{ort.}} = k \frac{(-2a) + (+10q)}{r + 3r}$$

$$V_{\text{ort.}} = +8 \frac{kq}{4r} = +2 \frac{kq}{r}$$

$$48 \quad E_1 = k \frac{(+3q) \cdot (-q)}{2d} = -\frac{3}{2} \frac{kq^2}{d}$$

$$E_2 = k \frac{(+3q) \cdot (-q)}{3d} = -\frac{kq^2}{d}$$

$$\begin{aligned} W &= E_2 - E_1 \\ &= \left(-\frac{kq^2}{d}\right) - \left(-\frac{3}{2} \frac{kq^2}{d}\right) \\ &= +\frac{1}{2} k \frac{q^2}{d} \end{aligned}$$

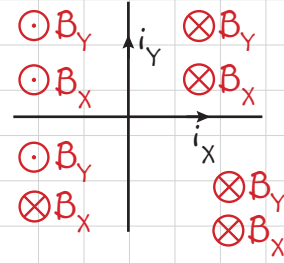


50 Levhalar arasına yalıtkan konulunca sığacın sığası artar.

$$q = C \cdot V \text{ idi.}$$

V sabit ve C arttığı için q artar.

51



Akımın yönlerine göre oluşturdukları manyetik alan yönleri şekildeki gibidir. Buna göre II ve IV aralığında manyetik alan şiddeti 0 olabilir.

$$52 \quad \vec{B} = k \cdot \frac{2\pi i}{r} = 10^{-7} \frac{2 \cdot 3 \cdot 2}{10 \cdot 10^{-2}}$$

$$\vec{B} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Tesla}$$

Manyetik alanın yönü sağ el kuralına göre (+x)

$$53 \quad B = k \cdot \frac{4\pi i N}{L}$$

$$= 10^{-7} \cdot \frac{4 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 10}{20 \cdot 10^{-2}} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ Tesla}$$

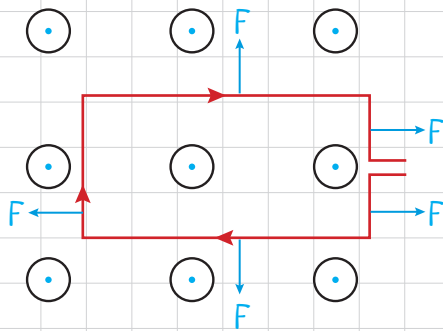
54 $+x$

55 $F = k \cdot \frac{2 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot l}{d^2}$

$$F = 10^{-7} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0,4}{0,3}$$

$$F = 8 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

56 $\tau = i \cdot B \cdot A$



Tel çerçeveye etki eden kuvvetler şekildeki gibidir.

Bu durumda çerçeve dönemez ve tork 0'dır.

57 $F = q \cdot V \cdot B$

Manyetik kuvvetin yönü \odot sayfa düzlemine dik dışa doğrudur.

58 $A_K = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ m}^2$

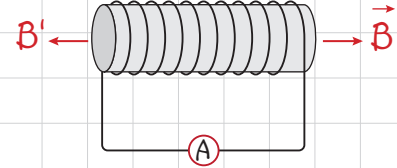
$$A_L = 0,08 \cdot 0,08 = 0,0064 \text{ m}^2$$

$$\frac{\Phi_K}{\Phi_L} = \frac{\cancel{B} \cdot A_K}{\cancel{B} \cdot A_L} = \frac{A_K}{A_L} = \frac{0,03}{0,0064}$$

$$\frac{\Phi_K}{\Phi_L} = \frac{75}{16}$$

59 $\varepsilon_i = B \cdot l \cdot v$
 $= 3 \cdot 0,3 \cdot 10$
 $= 9 \text{ Volt}$

60



Mıknatıs bobine yaklaştıkça \vec{B} manyetik alanı artar. Artan manyetik alanı azaltacak B' manyetik alanını I yönünde geçen indüksiyon akımı oluşturur.

61 Sürgü çekilince akım artar. Özindüksiyon akımının yönü, devre akımının tersi yönünde yani I yönünde oluşur.

62 $\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{i_p}{i_s}$

$$\frac{N_p}{3N} = \frac{100}{V_s} \Rightarrow V_s = 300 \text{ Volt}$$

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{i_p}{i_s}, \frac{100}{300} = \frac{i_p}{6}$$

$$i_s = 2A$$

ETKİNLİK YANITLARI

Etkinlik yanıtları sayfanızın başlangıç noktasından sonuna doğru sıralı olarak verilmiştir.

s.7	skaler / yönünde / türetilmiş / aynı	s.72	hızını
s.8	artar. / azalır. / toplamına	s.73	kuvvet / havanın direnç kuvveti
s.9	büyüklikleri / aynı	s.74	eşittir. / artar. / limit hız
s.10	başlangıç noktası / önemli değildir. / RX / RY	s.79	yer çekimi ivmesi / düzgün hızlanan / düzgün hızlanan / yer çekimi ivmesi
s.11	büyük / küçük / küçük	s.80	g / yavaşlar / serbest düşme
s.12	bir şey söylenemez. / büyüktür. / ters	s.81	düzgün yavaşlayan / serbest düşme
s.13	aynı / kosinüs teoreminden	s.82	yere / aynı / eşittir. / aynı
s.20	bağıl hareket / farklı / bağıl hız	s.88	yatay atış / düşey / sabit
s.21	vektörel / yere göre / yere göre hızı	s.91	eğik atış hareketi / sabit / düşey / değişmez / g / eşittir.
s.24	bileşkesidir. / bileşkesi / ters / aynı	s.93	maksimum / aynı / eşittir.
s.25	bağlı değildir. / sağında / solunda	s.99	enerjiye / iş / kuvvet / iş / iş
s.32	sabit hızla / ivmeli / aynı / azalır.	s.100	yapılmaz. / alan
s.33	$\frac{a}{2}$ / tepki / tepki / zıt yönlüdür.	s.101	zıt / negatiftir. / negatif / azaltacaktır.
s.34	farklı / sürtünme kuvveti / zıt / enerji / değildir.	s.102	iş / farklı / hızından
s.37	zordur. / statik sürtünme kuvveti / kinetik	s.103	değişim / artar. / eğimi
s.38	kadardır. / eşit / serbest cisim diyagramı	s.105	depo / yer çekimi kuvvetine / artar.
s.49	eylemsizlik kuvveti / öne / eylemsizlik kuvvetidir. / ters / aynı	s.106	esneklik potansiyel enerji
s.50	aynı / ağırlığı	s.107	zıt
s.56	konumunu / ivme / hızındaki / eşit / eşit / yoktur.	s.109	korunur. / yer çekimi potansiyel / artacaktır. / korunur.
s.56	artıyorsa	s.110	sürtünmeden / ısı / korunmaz.
s.59	azalıyorsa / düzgün yavaşlayan hareket / hızları	s.117	itme / vektörel / hızı
s.60	artıyorsa / azalıyorsa / (+) / (-) / uzaklaşır.	s.118	kütleleri / çizgisel momentum / momentum / vektörel / aynı
s.61	yer değiştirmeyi / hızdaki / aynı / zıt	s.119	momentumundaki / kuvveti / kinetik
s.62	grafiklerden	s.121	korunur. / 0 / vektörel
s.71	ağırlık / yer çekimi ivmesi / yer çekimi / ilk hızsız / serbest düşme hareketi / ağırlığıdır. / hızlanan hareket	s.123	momentumu
		s.124	ayrılarak / yapışıp / aynı / farklı / kinetik enerji
		s.125	vektörel / eşitse / eşit kütleli
		s.127	yapışarak birlikte / momentum / büyük
		s.128	farklı / vektörlerinin / durgun

s.130	birlikte / momentum	s.212	sığa / C / sığası / artar. / artar. / artar.
s.137	Vektörel / tork / olmaz	s.213	sığaç / depolarlar. / enerji de / sığayı / ba- ğımsızdır.
s.138	büyüklüğüne / dik uzaklığa / vektörel	s.219	manyetik alan / Tesla (T) / sağ el
s.139	zıt / yönü / dik	s.221	manyetik alan / yönü / manyetik alanın / düzgün
s.142	statik denge / yer değiştiremez / $\tau = 0$ / zıt	s.222	sağ el
s.143	Lami Teoremi / küçüktür.	s.224	manyetik kuvvet / kuvvet / sağ el
s.152	kütle merkezi / ağırlık / aynı / azalır.	s.225	dik / dik / (+y)
s.153	ağırlık merkezinden	s.226	çeker. / iter. / zıt
s.155	eşittir. / eşittir. / eşittir.	s.228	manyetik kuvvet / 0 eksen
s.156	arasında / farkı / aynı	s.229	manyetik kuvvet / sağ el / tersi
s.166	basit makineler / sağlanmaz. / eşittir.	s.230	çembersel / büyüklüğünü / yönünü
s.167	kayıp / eşittir. / kolaylığı	s.235	manyetik alan / manyetik akı / Weber (Wb) / maksimumdur. / O'dır.
s.168	büyük / kayıp	s.236	indüksiyon akımı / indüksiyon elektromotor kuvveti / manyetik akıdaki
s.169	sağlanmaz. / kolaylığı	s.238	yaklaştırdığımızda / oluşmaz. / büyüktür.
s.170	kazanç / kaybettirir. / yükselir.	s.239	potansiyel farkı / indüksiyon akımı / (+) / (-)
s.171	aynıdır. / $4h$ / h	s.241	karşı / Lenz kanunu / artıracak
s.173	potansiyel enerji	s.242	artar. / azaltacak / oluşmaz. / azalır. / ar- tıracak
s.174	birleştirmeye / vida adımı	s.243	manyetik alan / küçülür. / özindüksiyon akımı / aynı / zıt
s.176	çıkık / aşağı / yukarı	s.245	Lorentz kuvveti / değiştirmez. / aşağı
s.177	kasnak / aynı / ters / fazla	s.250	değişmeyen / değişen / indüksiyon / azdır. / yapılamaz.
s.179	döner. / eşittir. / zıt	s.251	büyük / büyütür. / etkin değer / küçüktür.
s.185	elektrostatik kuvvet / doğru / ters / eşit	s.252	sürekli / kapasitif reaktans / azalır. / artır- maya
s.188	elektrik alan / kuvvete / vektörel / yükten dışa / yüke doğrudur.	s.253	indüktif reaktans / artar. / empedans / re- zonans
s.189	(+) / (-) / kesmez / teğettir.	s.254	transformatör / alternatif / yükselten / değiştirme oranı
s.190	maksimumdur / azalır. / elektrik alanı		
s.195	iş / konumundan / Skaler / skaler / artar.		
s.196	azalır. / sıfırdır. / Skaler / Volt / skaler		
s.198	iş / eşittir. / azalır		
s.199	ortak / potansiyel farkı / aynıdır. / azalır.		
s.200	sıfırdır. / pozitif / negatif / eşit		
s.206	eşit / düzgün elektrik alan / aynıdır		
s.207	doğru / aynı / zıt / etki etmez.		
s.208	hız / kinetik enerjiye / değildir.		
s.211	① / ② / ③ / artar. / azalır.		

Yanıt Anahtarları

Vektörler

Test 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C	E	A	E	B	D	D	D	E			

Bağıl Hareket

Test 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	A	B	D	A	C	E	B	D			

Newton'un Hareket Kanunları

Test 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C	B	D	A	B	C	A	C	A	E		

Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

Test 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	D	B	E	C	C	A	C	B	E		

Serbest Düşme ve Limiz Hız

Test 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	D	C	A	C	B	D	E	D	C		

Düşey Atış

Test 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	D	E	A	C	D	B	A	E			

Yatay Atış ve Eğik Atış

Test 7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	A	E	C	A	D	C	D	E	B		

Enerji ve Hareket

Test 8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	E	D	E	A	C	A	C	B			

İtme ve Momentum

Test 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	C	E	C	B	E	C	B	D	A	D	E

Tork ve Denge

Test 10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	C	A	B	D	A	C	D	E	A	B	A

Kütle ve Ağırlık Merkezi

Test 11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B	B	E	D	B	D	E	C	E	D		

Basit Makineler

Test 12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	D	C	C	A	E	E	C	C	B		

Elektriksel Kuvvet Elektrik Alan

Test 13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	A	A	E	B	D	A	C	D	B		

Elektriksel Potansiyel Enerji ve Elektrik Potansiyeli

Test 14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	A	C	D	B	A	E	B	A	E		

Düzen Elektrik Alan ve Sığaçlar

Test 15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	B	C	E	C	D	A	D	A	B	E	D	A

Manyetik Alan ve Manyetik Kuvvet

Test 16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	D	B	D	E	C	C	D	A	E	D		

Elektromanyetik İndüksiyon

Test 17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C	C	D	B	A	E	D	E	D	D	A	E

Alternatif Akım

Test 18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	E	D	B	A	C	A	A	A	D	D		



NOTLARIM

A large rectangular area with a dashed black border, filled with a light gray grid pattern, intended for writing notes.

