

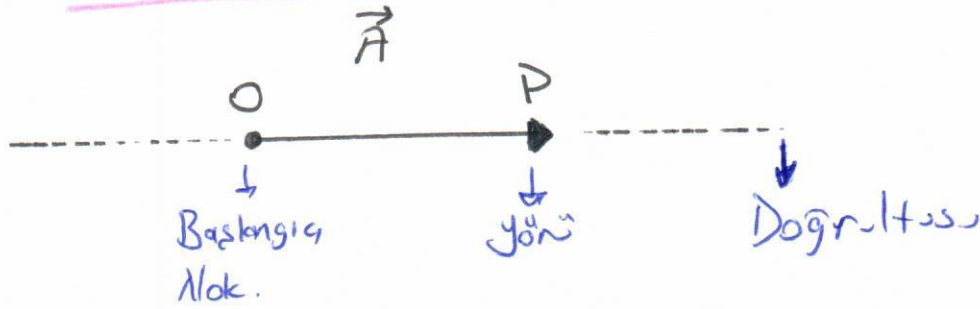
1. VEKTÖRLER

Bir parçacığın bulunduğu yer değiştirme olayına,
yer değiştirme denir.

Yer değiştirmeler gibi daimenarı büyüklüklere vektör denir.

Vektörler; doğrultusu, yönü ve uzunluğu (boyu)
olan büyüklüklerdir.

1.1 Vektör Gösterimi



\vec{OP} vektörü veya \vec{A} vektörü şeklinde okunur.

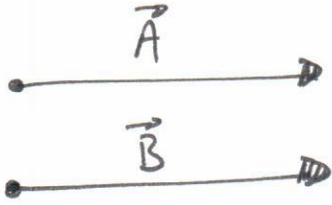
$|\vec{OP}|$ (\vec{OP} uzunluğu) \vec{A} vektörünün büyüklüğünü verir.

Bir vektörün dört elemanı vardır.

- ① Başlangıç noktası (O noktası)
- ② Doğrultusu (O P doğru boyunca)
- ③ Yönü (P yönü)
- ④ Büyüklüğü (OP'nin büyüklüğü)

1.2 Vektörlerle ilgili işlemler

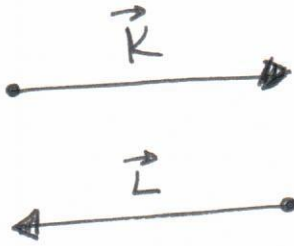
(2)



\vec{A} ve \vec{B} vektörlerinin doğrultusu ve yönü aynıdır. Eğer büyüklükleri de aynı olursa bu vektörlere eşit

vektör denir.

$\vec{A} = \vec{B}$ veya $\vec{B} = \vec{A}$ olarak gösterilir.



\vec{K} ve \vec{L} vektörlerinin doğrultuları aynı fakat yönü zıttır. Eğer büyüklükleri aynı olur ise bu vektörlere

zıt vektörler denir.

$\vec{K} = -\vec{L}$ veya $\vec{L} = -\vec{K}$ olarak gösterilir.

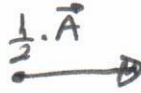
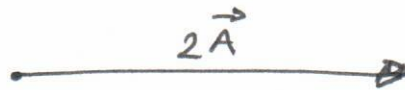
1.3 Vektörlerin Skalar ile Çarpımı ve Bölümü

Herhangi bir \vec{A} vektörünün k gibi skalar bir büyüklük ile çarpımının sonucunda $|k\vec{A}|$ büyüklüğünde vektör elde edilir. Yeni vektörün yönü k skalarının işaretine bağlıdır.

k negatif ise $|k\vec{A}|$ 'nin yönü \vec{A} vektörüne terstir,
 k pozitif ise $|k\vec{A}|$ 'nin yönü \vec{A} vektörü ile aynıdır.

Bir ~~ve~~ vektörün k ile bölünmesi de de benzer kural geçerlidir.

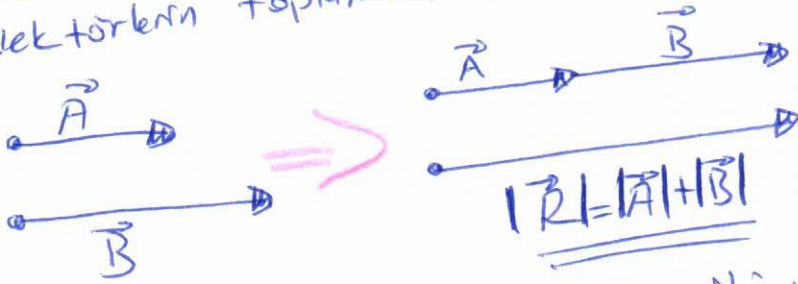
Ör:



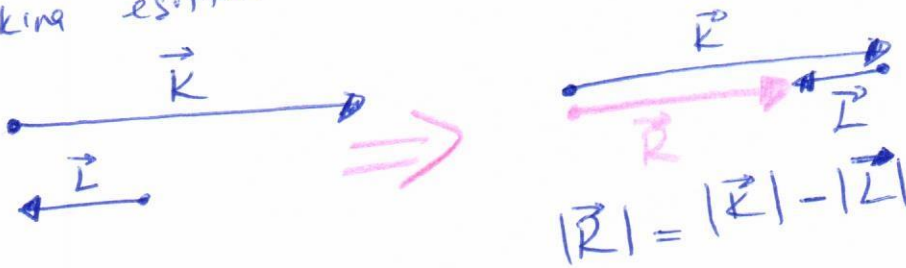
1. H. Vektörlerin Bileşkesi

iki ya da daha fazla vektörün yaptığı etkiyi tek başına yapabilen vektöre bileşke vektör denir ve \vec{R} ile gösterilir.

⊗ Aynı doğrultuda ve aynı yönde iki vektörün bileşkesi vektörlerin toplamına eşittir.



⊗ Aynı doğrultuda ve zıt yönde iki vektörün bileşkesi vektörlerin farkına eşittir.



Doğrultular aynı değil ise, yani kesik vektörler ise;

A-) Üçgen Kuralı

B-) Paralel Kenar Kuralı

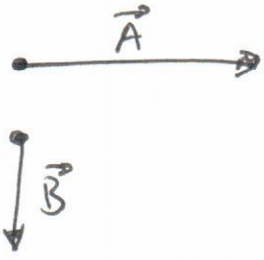
C-) Uca Uca Eklene Kuralı

D-) Cebirsel yöntem

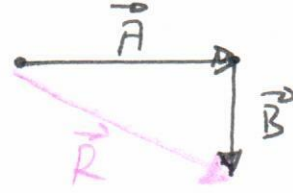
⇒ Birisi kullanılabılır.

Üçgen Kuralı

4

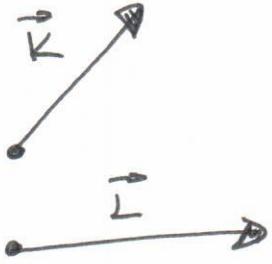


$$\Rightarrow \vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A} = \vec{R}$$

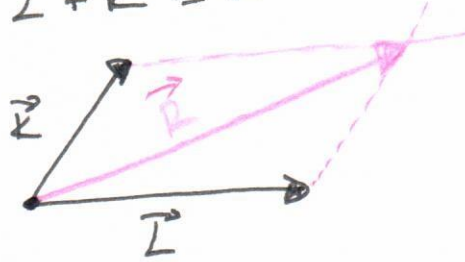


Bir vektörün bitiş noktasına diğernin başlangıç noktasına gelecek şekilde birleştiririz. İlk başlangıç noktasından son bitiş noktasına olan vektör bileşke vektör olur.

Paralel Kenar Kuralı



$$\Rightarrow \vec{K} + \vec{L} = \vec{L} + \vec{K} = \vec{R}$$

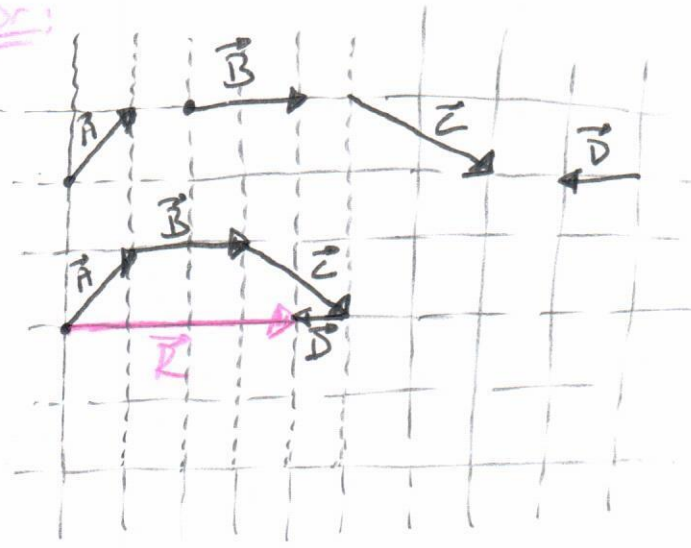


Bu kuralda iki vektörün başlangıç noktaları bir araya getirilir. Ve vektörlerin karşılıklarına paralelleri çizilir. Başlangıç noktasından paralellerin kesiştiği noktaya kadar olan vektör bileşke vektördür.

Üç Üç Eklene Kuralı

İkiden fazla vektörün ~~total~~ bileşkesi için kullanılır. Hiçbir vektörün yönü ve de değeri değiştiğinden birinin bitiş noktasından diğernin başlangıç noktası olacak şekilde tüm vektörler birleştirilir. İlk noktadan son bitiş noktasına olan vektör bileşke vektördür.

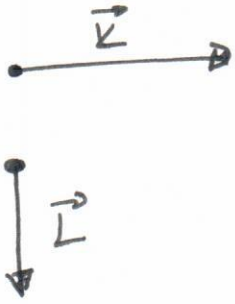
Ör:



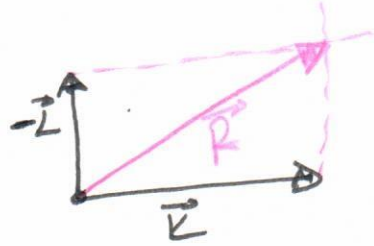
$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$$

Not: Bahsedilen kurallar sadece toplama işlemi için değil çıkarma işlemi için de geçerlidir. Tek yapması gereken örnekte "-" işareti olan vektörün yönünü zıt şekilde çevirmek tir.

Ör:



$$\Rightarrow \vec{R} = \vec{K} - \vec{L} \text{ ise}$$

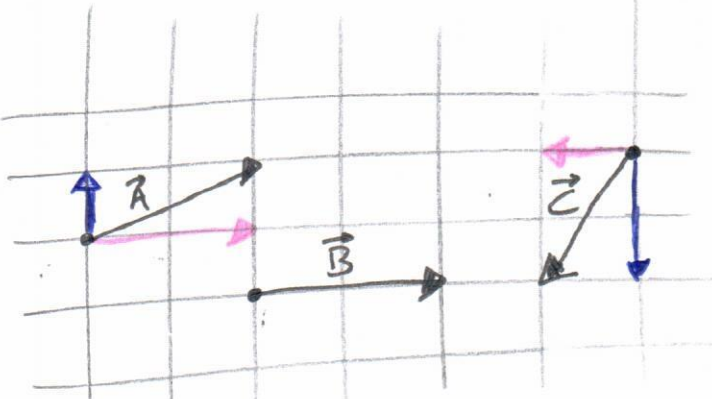


Cebirsel Yöntem

Bu yöntemde çok fazla vektör olduğu özelliklerde kullanılır, regülit ifadenin yer aldığı vektörlerin bileşenlerini bulmak için kullanılır.

Bu yöntemde, her bir vektörün başlangıç noktası "0" kabul edilerek, Ulaından "0" noktasından geçen doğruya atılan dik atışının karşılık geldiği nokta yatay için x uzaklığı, dikey için y uzaklığı olarak alınır. Bütün vektörlerin yatay ve dikey bileşenlerinin toplamı bileşke vektörün yatay ve dikey bileşenleri verir.

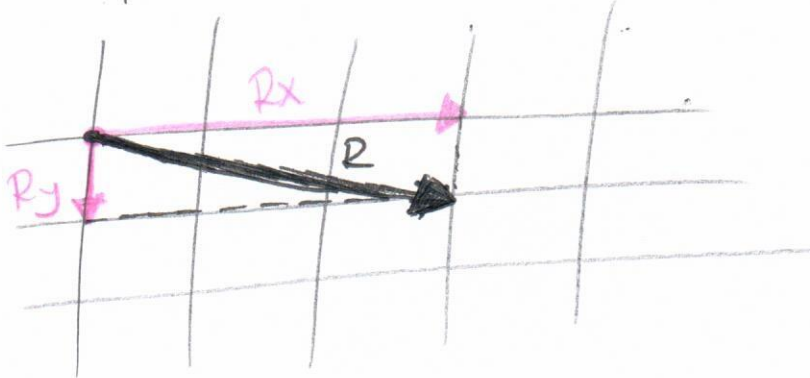
Ör



$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ ise
cebrsel yöntem kullanarak
 \vec{R} bileşke vektörünü
bulalım.

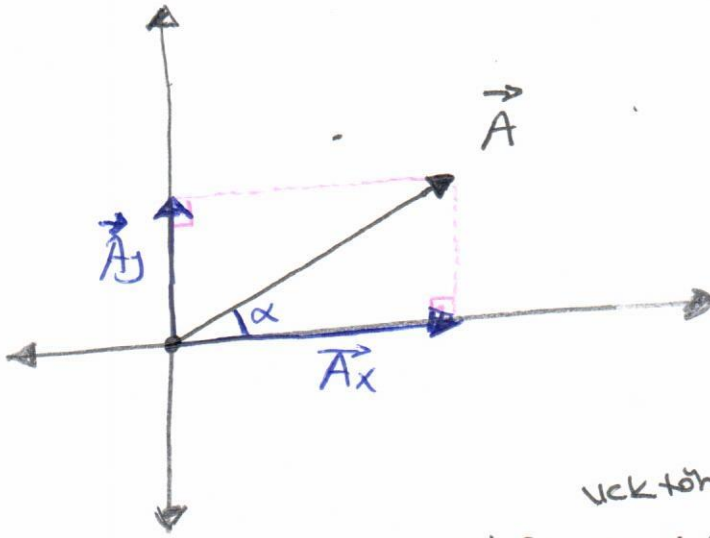
"Kartezian yatay bileşenleri, Newton dikey bileşenleri gösterir"

	Yatay Bileşen		Dikey Bileşen	
\vec{A}	A_x	2	A_y	1
\vec{B}	B_x	2	B_y	0
\vec{C}	C_x	-1	C_y	-2
\vec{R}	R_x	3	R_y	-1



1.5 Vektörün Dik Bileşenlere Ayrılması

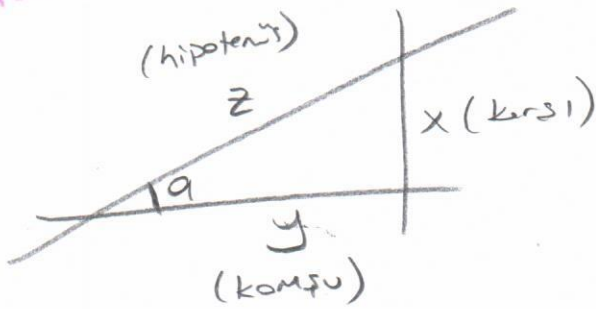
7



Başlangıç noktesi orijinde yer alan \vec{A} vektörünün bitiş noktasından x yatayına ve y dikeyine atılan dikmelere \vec{A} vektörünün dik bileşenleri denir.

Bileşenlerin büyüklükleri: \vec{A} vektörünün büyüklüğü ve x eksenine yaptığı açının " α " cos ve sin değerlerinin çarpımı şeklinde hesaplanır.

Not:



$$(x^2 + y^2 = z^2)$$

Bir dik üçgende

$$\sin \alpha = \frac{\text{Karşı dik kenar}}{\text{Hipotenüs}} = \frac{x}{z}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Komşu dik kenar}}{\text{Hipotenüs}} = \frac{y}{z}$$

$$\text{eğim} = \tan \alpha = \frac{\text{Karşı dik kenar}}{\text{Komşu dik kenar}} = \frac{x}{y}$$

$$|\vec{A}_x| = |\vec{A}| \cdot \cos \alpha$$

$$|\vec{A}_y| = |\vec{A}| \cdot \sin \alpha$$

Ayrıca Pisagor teoremi ile

$$|\vec{A}|^2 = |\vec{A}_x|^2 + |\vec{A}_y|^2$$

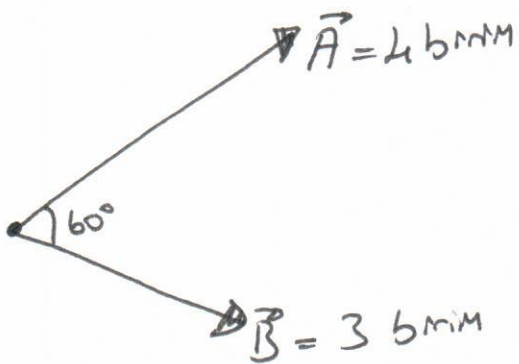
Not: A ve B vektörlerinin α açısı olan A ve B vektörlerinin $\textcircled{8}$
 Bileşke vektörü R'nin büyüklüğünü bulmak istersek.
 Cosinus teoreminden çıkarılan aşağıdaki bağıntıya ulaşılır.

$$|\vec{R}|^2 = |\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 + 2 \cdot |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos \alpha$$

Bazı Özel Açıların Sin ve Cos Değerleri

	0°	30°	37°	45°	53°	60°	90°
Sin	0	0,5	0,6	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0,8	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
Cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0,8	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0,6	0,5	0

Ör.



\vec{R} büyüklüğü = ?

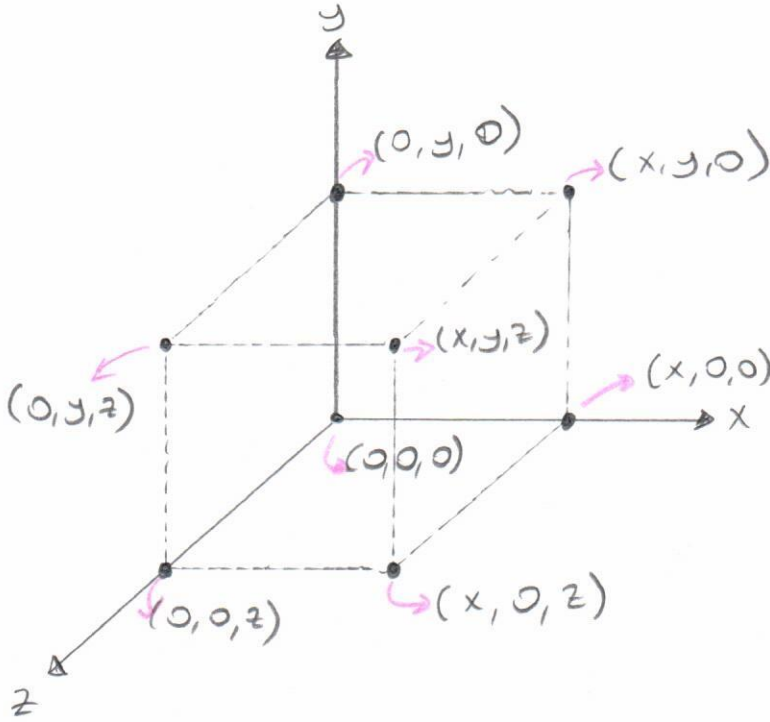
$$R^2 = A^2 + B^2 + 2 \cdot A \cdot B \cdot \cos 60$$

$$R^2 = 16 + 9 + 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 0,5$$

$$R^2 = 37$$

$$|\vec{R}| = \sqrt{37}$$

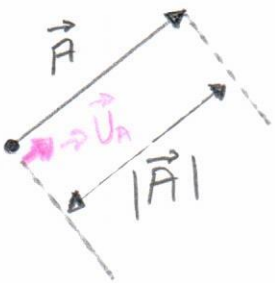
Üç Boyutlu Koordinat Sistemleri



Sağ El Kuralı

Sağ el parmaklarımız x'den y eksenine gider şekilde iken baş parmağımız z (+) yönünü gösterir.

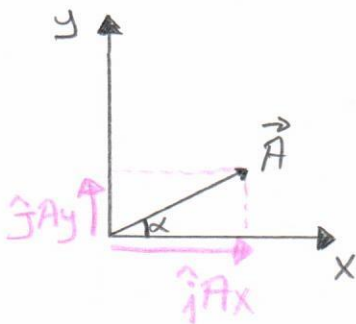
Birim Vektör



$\vec{U}_A = \text{birim vektör}$

$$\vec{A} = \vec{U}_A \cdot |\vec{A}|$$

Koordinat sisteminde pozitif x, y, z yönlerini göstermek için sırasıyla \hat{i} , \hat{j} , \hat{k} birim vektörleri kullanılır.



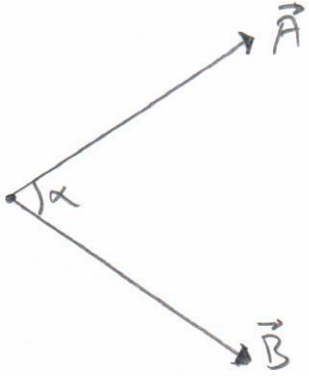
\vec{A} vektörünün x, y düzleminde birim vektör cinsinden gösterimi:

$$\vec{A} = \hat{i} A_x + \hat{j} A_y$$

Vektörlerin Çarpılması

A) Vektörün Skaler ile Çarpılması

B) İki Vektörün Bir Skaler Verecek Şekilde Çarpılması (SKALER ÇARPIM)



$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos \alpha$$

Bileşenler Cinsinden Skaler Çarpım

$$\vec{A} = A_x i + A_y j + A_z k \quad \text{ve} \quad \vec{B} = B_x i + B_y j + B_z k$$

$$\begin{aligned} \vec{A} \cdot \vec{B} &= (A_x i + A_y j + A_z k) \cdot (B_x i + B_y j + B_z k) \\ &= A_x \cdot B_x (i \cdot i) + A_x B_y (i \cdot j) + A_x B_z (i \cdot k) + \\ &\quad A_y \cdot B_x (j \cdot i) + A_y B_y (j \cdot j) + A_y \cdot B_z (j \cdot k) + \\ &\quad A_z \cdot B_x (k \cdot i) + A_z B_y (k \cdot j) + A_z \cdot B_z (k \cdot k) \end{aligned}$$

Not: Skaler çarpımda aynı yönlerdeki birim vektörlerin çarpımı $i \cdot i = j \cdot j = k \cdot k = 1$, diğer yönlerdeki birim vektörlerin çarpımı $i \cdot j = j \cdot i = 0$, $i \cdot k = k \cdot i = 0$, $j \cdot k = k \cdot j = 0$ olur.

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

Skaler Çarpımın Özellikleri

(11)

- 1-) $\vec{A} \cdot \vec{A} = |\vec{A}|^2$
- 2-) $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$
- 3-) $\vec{A} \cdot (\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \vec{C}$
- 4-) $(c \vec{A}) \cdot \vec{B} = c(\vec{A} \cdot \vec{B}) = \vec{A} \cdot (c \vec{B}) \quad c \in \mathbb{R}$
- 5-) $\vec{0} \cdot \vec{A} = 0$

Ör: $\vec{A} = 5\vec{i} + 4\vec{j} - 6\vec{k}$ ve $\vec{B} = -2\vec{i} + 2\vec{j} + 3\vec{k}$ ise
 $\vec{A} \cdot \vec{B} = ?$

$$\begin{aligned}\vec{A} \cdot \vec{B} &= A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z \\ &= 5 \cdot (-2) + 4 \cdot 2 + (-6) \cdot 3 \\ &= -10 + 8 - 18 = \boxed{-20}\end{aligned}$$

Ör: $\vec{A} = A_x \vec{i} + \vec{j} - 3\vec{k}$, $\vec{B} = 4\vec{i} - 5\vec{j} + \vec{k}$ ve
 $\vec{A} \perp \vec{B}$ ise $A_x = ?$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos \alpha = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + 1^2 + (-3)^2} \quad |\vec{B}| = \sqrt{4^2 + (-5)^2 + 1^2}$$

$$\vec{A} \perp \vec{B} \text{ old. için } \alpha = 90^\circ \quad \cos 90^\circ = 0$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = 0 \text{ olur.}$$

$$A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = 0$$

$$A_x \cdot 4 + 1 \cdot (-5) + (-3) \cdot 1 = 0$$

$$4A_x - 5 - 3 = 0$$

$$4A_x = 8$$

$$\boxed{A_x = 2}$$

Ör: $\vec{A} = 2\vec{i} + \vec{j} + 3\vec{k}$ ve $\vec{B} = 4\vec{j} - \vec{k}$ ise (12)
 \vec{A}, \vec{B} vektörleri arasındaki açının \cos üs değeri
bulunur?

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos \alpha = \underline{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{2^2 + 1^2 + 3^2} = \sqrt{4 + 1 + 9} = \sqrt{14}$$

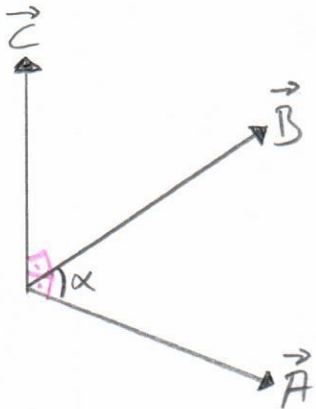
$$|\vec{B}| = \sqrt{0^2 + 4^2 + (-1)^2} = \sqrt{16 + 1} = \sqrt{17}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = 2 \cdot 0 + 1 \cdot 4 + 3 \cdot (-1) = \sqrt{14} \cdot \sqrt{17} \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{0 + 4 - 3}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{17}} = \boxed{\frac{1}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{17}}}$$

C-) VEKTÖREL ÇARPIM

$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ şeklinde gösterilir.



Sağ elimizin parmakları \vec{A} vektöründen
 \vec{B} vektörüne giderken, \vec{C} vektörü
baş parmağımız yönündedir ve
 $\vec{C} \perp \vec{A}$, $\vec{C} \perp \vec{B}$

Vektörel Çarpımın Özellikleri

(13)

$$1-) \vec{A} \times \vec{A} = \vec{0}$$

$$2-) \vec{A} \times \vec{B} = -(\vec{B} \times \vec{A})$$

$$3-) \vec{A} \times (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} \times \vec{B}) + (\vec{A} \times \vec{C})$$

$$4-) (k\vec{A}) \times \vec{B} = k(\vec{A} \times \vec{B}) \quad k \in \mathbb{R}$$

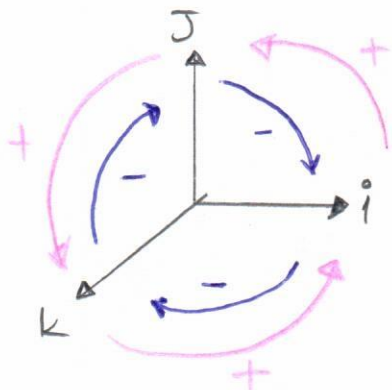
$$5-) \vec{A} \times \vec{B} = \vec{C} \text{ ise } \vec{A} \perp \vec{C} \text{ ve } \vec{B} \perp \vec{C} \text{ olur.}$$

Birbir vektörler cinsinden vektörel çarpım;

$$\vec{A} = A_x \vec{i} + A_y \vec{j} + A_z \vec{k} \quad \text{ve} \quad \vec{B} = B_x \vec{i} + B_y \vec{j} + B_z \vec{k}$$

$$\begin{aligned} \vec{A} \times \vec{B} &= (A_x \vec{i} + A_y \vec{j} + A_z \vec{k}) \times (B_x \vec{i} + B_y \vec{j} + B_z \vec{k}) \\ &= A_x B_x (\vec{i} \times \vec{i}) + A_x B_y (\vec{i} \times \vec{j}) + A_x B_z (\vec{i} \times \vec{k}) + \\ &\quad A_y B_x (\vec{j} \times \vec{i}) + A_y B_y (\vec{j} \times \vec{j}) + A_y B_z (\vec{j} \times \vec{k}) + \\ &\quad A_z B_x (\vec{k} \times \vec{i}) + A_z B_y (\vec{k} \times \vec{j}) + A_z B_z (\vec{k} \times \vec{k}) \end{aligned}$$

Not: Birbir vektörlerin vektörel çarpımı



$$\vec{i} \times \vec{i} = 0$$

$$\vec{j} \times \vec{j} = 0$$

$$\vec{k} \times \vec{k} = 0$$

$$\vec{i} \times \vec{j} = \vec{k}$$

$$\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$$

$$\vec{k} \times \vec{i} = \vec{j}$$

$$\vec{j} \times \vec{i} = -\vec{k}$$

$$\vec{k} \times \vec{j} = -\vec{i}$$

$$\vec{i} \times \vec{k} = -\vec{j}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k} \quad (14)$$

Ör: $\vec{A} = 3\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$, $\vec{B} = -\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k}$ ise
 $\vec{A} \times \vec{B} = ?$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (3 \cdot 2 - (-2)(-4)) \hat{i} + ((-2)(-1) - 3 \cdot 2) \hat{j} + (3 \cdot (-4) - 3(-1)) \hat{k}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (6 - 8) \hat{i} + (2 - 6) \hat{j} + (-12 + 3) \hat{k}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = -2\hat{i} - 4\hat{j} - 9\hat{k}$$

Not: Her iki vektörün $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ kat sayıları alt alta gelecek şekilde yazılır ve ilk iki sayı sağ tarafta tekrarlanır ise aşağıda gösterilen matrislerin determinanti Gaussim vektörünün katsayılarını verir.

Ör: $\vec{A} = 3\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$, $\vec{B} = -\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k}$ ise $\vec{A} \times \vec{B} =$

$$\begin{array}{ccccc} 3 & 3 & -2 & 3 & 3 \\ -1 & -4 & 2 & -1 & -4 \end{array}$$

$$C_x = \det \begin{vmatrix} 3 & -2 \\ -4 & 2 \end{vmatrix} \quad C_y = \det \begin{vmatrix} -2 & 3 \\ 2 & -1 \end{vmatrix} \quad C_z = \det \begin{vmatrix} 3 & 3 \\ -1 & -4 \end{vmatrix}$$

Not: 2×2 kare matrisin determinant

(5)

$$\det \begin{vmatrix} a & d \\ c & b \end{vmatrix} = a \cdot b - c \cdot d \text{ şeklindedir.}$$

$$C_x = \det \begin{vmatrix} 3 & -2 \\ -4 & 2 \end{vmatrix} = 3 \cdot 2 - (-4)(-2) = 6 - 8 = -2$$

$$C_y = \det \begin{vmatrix} -2 & 3 \\ 2 & -1 \end{vmatrix} = (-2)(-1) - 2 \cdot 3 = 2 - 6 = -4$$

$$C_z = \det \begin{vmatrix} 3 & 3 \\ -1 & -4 \end{vmatrix} = 3 \cdot (-4) - (-1) \cdot 3 = -12 + 3 = -9$$

$$\vec{C} = C_x \vec{i} + C_y \vec{j} + C_z \vec{k} = -2\vec{i} - 4\vec{j} - 9\vec{k}$$

ÖDEV: $\vec{A} = 3\vec{i} + 3\vec{j} - 2\vec{k}$ ise \vec{A} vektörünün
y eksenine ile yaptığı açının cosinus değeri
bulunuz?

KUVVET

(16)

Duran cismi harekete geçiren, hareket halindeki cismi durduran, cismin doğrultusunu, yönünü, şeklini ve hızını değiştirebilen her türlü etkiye kuvvet denir.

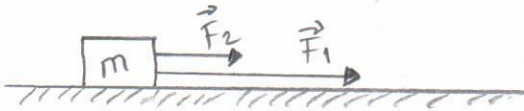
Kuvvet vektörel bir büyüklüktür. Doğrultusu, yönü, şiddeti olmak üzere üç temel bileşeni vardır.

\vec{F} şeklinde gösterilir. Birimi N (Newton)'dur.

1.) Bileşke Kuvvet

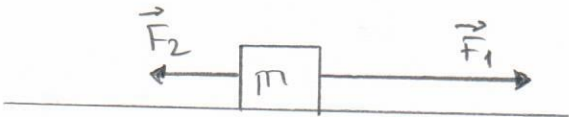
\vec{F}_1 ve \vec{F}_2 aynı noktaya uygulanan iki kuvvet ise \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetlerinin yarattığı etkiyi tek başına yaratan \vec{R} kuvvetine bileşke kuvvet denir.

A.) Aynı yönlü Kuvvetlerin Bileşkesi



$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$
$$|\vec{R}| = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$$

B.) Zıt yönlü Kuvvetlerin Bileşkesi



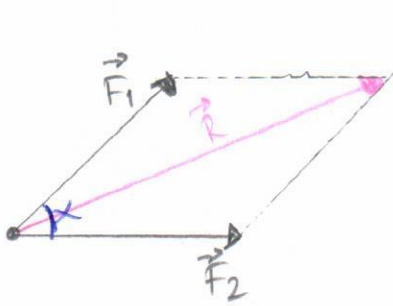
$$|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2| \text{ için}$$

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$|\vec{R}| = |\vec{F}_1| - |\vec{F}_2|$$

C-) Kesikgen Kuvvetlerin Bileşkesi

(17)



$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$|\vec{R}| = |\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2 \cdot |\vec{F}_1| \cdot |\vec{F}_2| \cdot \cos \alpha$$

Not: Özel Durumlar

1-) $\alpha = 60^\circ$ ve $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F$ ise

$$|\vec{R}| = \sqrt{3} F$$

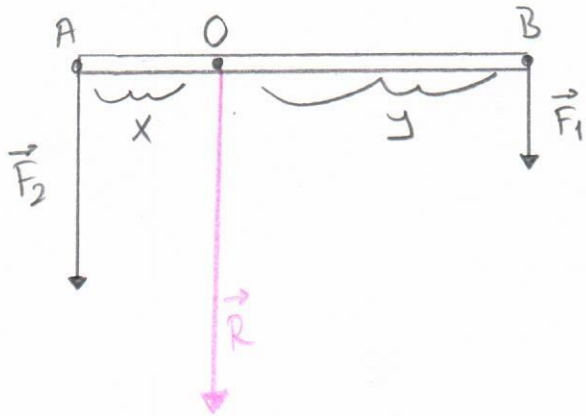
2-) $\alpha = 120^\circ$ ve $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F$ ise

$$|\vec{R}| = F$$

3) $\alpha = 90^\circ$ ve $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F$ ise

$$|\vec{R}| = \sqrt{2} F$$

D-) Paralel Kuvvetlerin Bileşkesi

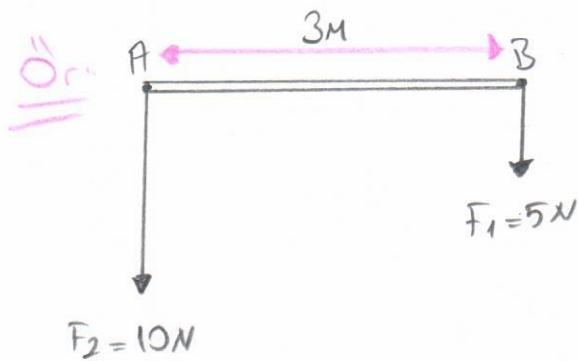


$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$|\vec{R}| = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$$

$$|\vec{F}_2| \cdot x = |\vec{F}_1| \cdot y$$

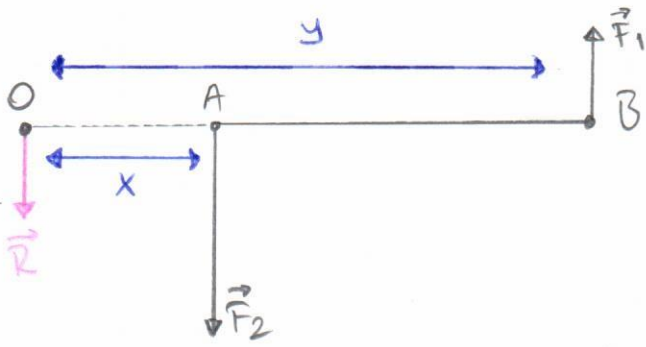
"O" noktası AB çubuğunun denge noktasıdır.



Ağırlığı ihmal edilebilir AB çubuğu üzerinde F_1 ve F_2 kuvvetleri şekildeki gibi uygulanmaktadır. $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ise $|\vec{R}| = ?$ ve \vec{R} vektörünün A noktasına uzaklığını bulunuz.

E-2) İki Yönlü Paralel Kuvvetlerin Bileşkesi

(18)



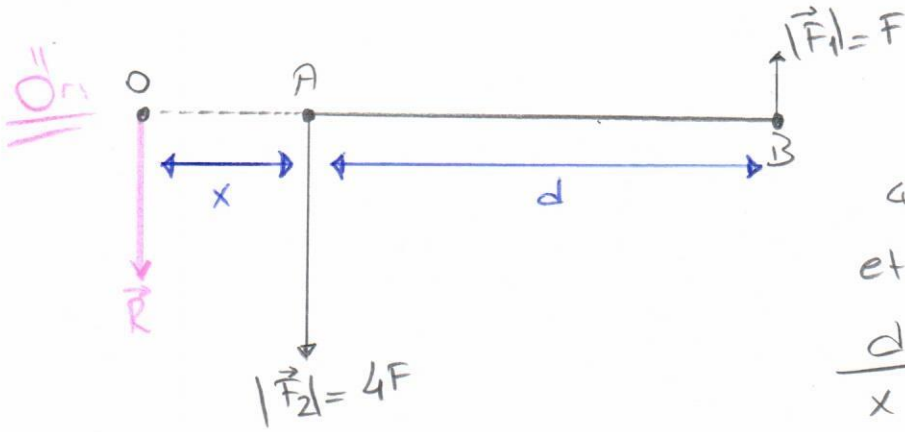
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$|\vec{F}_2| > |\vec{F}_1| \text{ ise}$$

$$|\vec{R}| = |\vec{F}_2| - |\vec{F}_1|$$

$$|\vec{F}_2| \cdot x = |\vec{F}_1| \cdot y$$

Denge noktası olan "O" noktası, büyük olan kuvvet tarafında, ağırlıkten x birim kadar uzakta olur.

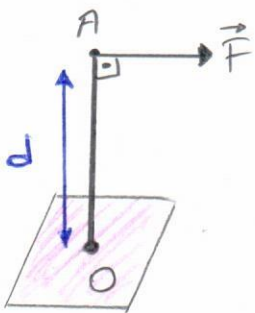


Ağırlığı ihmal edilebilir AB çubuğu \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri etkisi altındadır. $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ise

$$\frac{d}{x} = ?$$

MOMENT

Bir kuvvetin döndürücü etkisine moment denir.



"O noktasından düzlemde sabitlenmiş AO çubuğu O noktası etrafında hareket edebilmektedir."

\vec{F} kuvvetinin O noktasına göre momenti

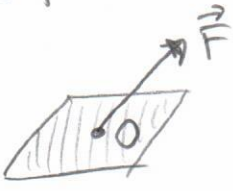
$$\vec{M} = \vec{F} \cdot d$$

moment (Nm) kuvvet (N) dik uzaklık (m) → (Canlı Derste anlatılacak)

Moment Özellikleri

(19)

- ① Kuvvetin kendi uygulama noktasına göre momenti sıfırdır. "O" noktasına göre moment



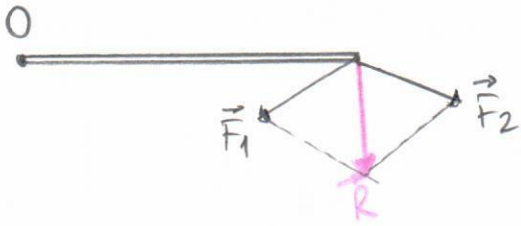
$$\vec{M} = 0$$

- ② Kuvvetin doğrultusu üzerindeki bir noktaya göre moment sıfırdır. "O" noktasına göre moment



$$\vec{M} = 0$$

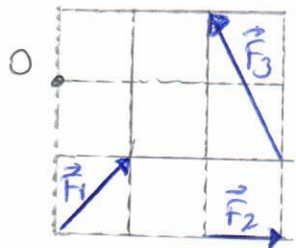
- ③ Bir sistere birden çok kuvvet etki ediyorsa bu kuvvetlerin bir noktaya göre momentlerinin toplamı bileşke kuvvetin O noktaya momentine eşittir.



\vec{F}_1, \vec{F}_2 ve \vec{R} kuvvetlerinin O noktasına göre momentleri \vec{M}_1, \vec{M}_2 ve \vec{M}_R ise

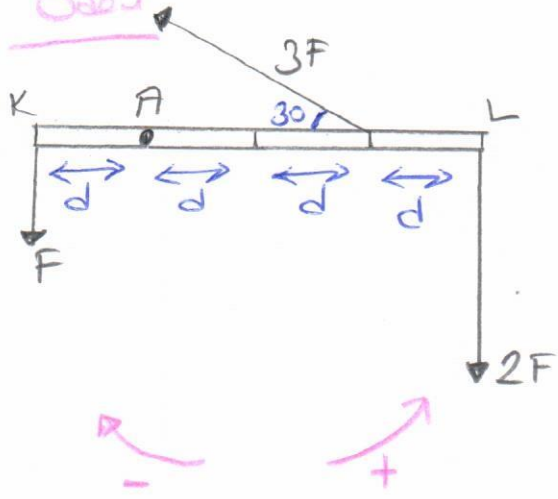
$$\vec{M}_R = \vec{M}_1 + \vec{M}_2$$

Ödev:



O noktasından geçen bir eksen etrafında dönen levhaya uygulanmış $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ kuvvetlerinin O noktasına göre moment büyüklükleri M_1, M_2, M_3 'ün büyüklük bakımından, küçükten büyüğe doğru sıralayınız.

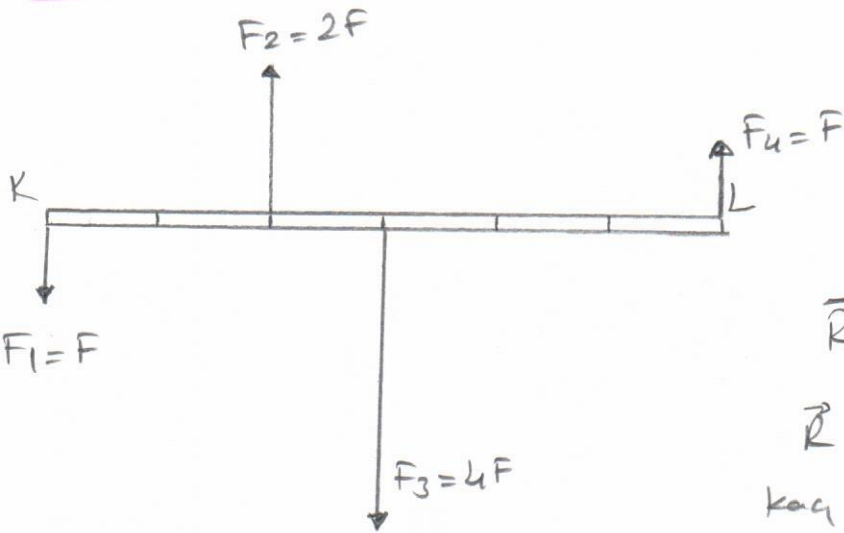


Ödev

Ağırlığı önemsiz KL çubuğu

A noktasından geçen bir eksen etrafında dönebilmektedir.

Güçün hangi yönde ve kaç F büyüklüğünde moment ile döner.

Ödev

Ağırlığı önemsiz KL çubuğuna F_1, F_2, F_3, F_4 kuvvetleri şekildeki gibi etki etmektedir.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 \text{ ise}$$

\vec{R} kuvvetinin K noktasına uzaklığı kaç birimdir.

DENGE

(21)

Bir cisim dengede ise;

• ya sabit hızlı düğün doğrusal hareket yapıyor,

• ya bir eksen etrafında sabit hızla dönüyor

• ya da duruyor demektir.

Cisimlerin sabit hızlı hareket halindeki kinetik denge, hareketsiz durumlarında ise statik denge denir.

Bir cisim için iktir hareket söz konusudur. Bunlar;

a) Öteleme Dengesi

Bir cismin öteleme hareketi kapsamında dengede kalabilmesi için cisme etkleyen kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır.

$$\sum R = 0 \text{ yani } \sum R_x = 0 \text{ ve } \sum R_y = 0 \text{ olmalıdır.}$$

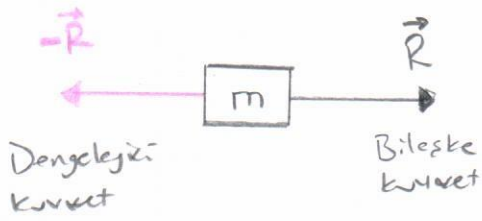
b) Dönme Dengesi

Dönme hareketinde dengenin olması için cisme etki eden kuvvetlerin bir noktaya veya bir eksene göre momentlerinin cebirsel toplamı sıfır olmalıdır.

$$\sum M = 0$$

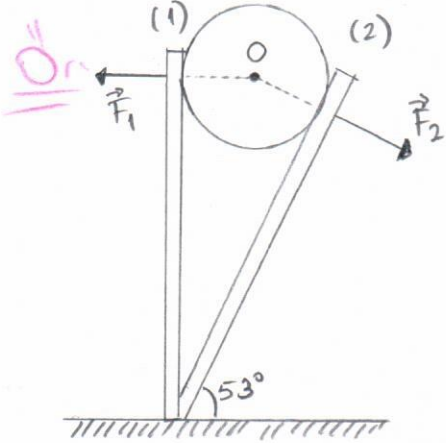
Dengeleyici Kuvvet

(22)



Bir cismi etkileyen bileşke kuvvetin dengeleyeni, bu kuvvete eşit büyüklükte ve yönü zıt olan kuvvettir.

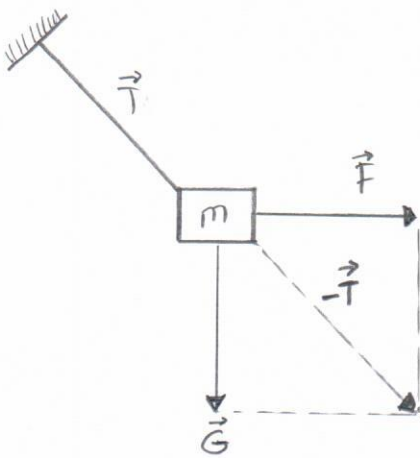
$$D.K = -\vec{R}$$



Düzgün türdeş küre (1) ve (2) düzlemleri arasında şekildedeki gibi dengededir.

$$|\vec{F}_1| = 16N \text{ ise } |\vec{F}_2| = ?$$

Kesilen Kuvvetlerin Dengesi

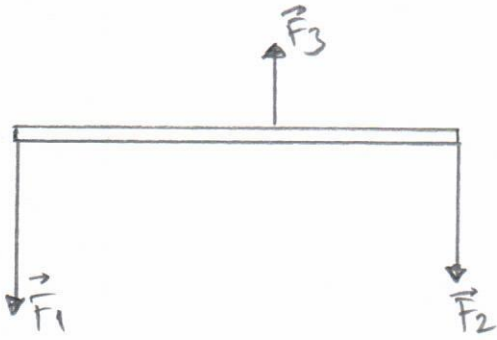


Üç kuvvetin dengesinde herhangi iki kuvvetin bileşkesi üçüncü kuvvetin büyüklüğüne eşit ve zıt yönlü olabilir.

$$|\vec{T}|^2 = |\vec{G}|^2 + |\vec{F}|^2$$

Paralel Kuvvetlerin Dengesi

(23)



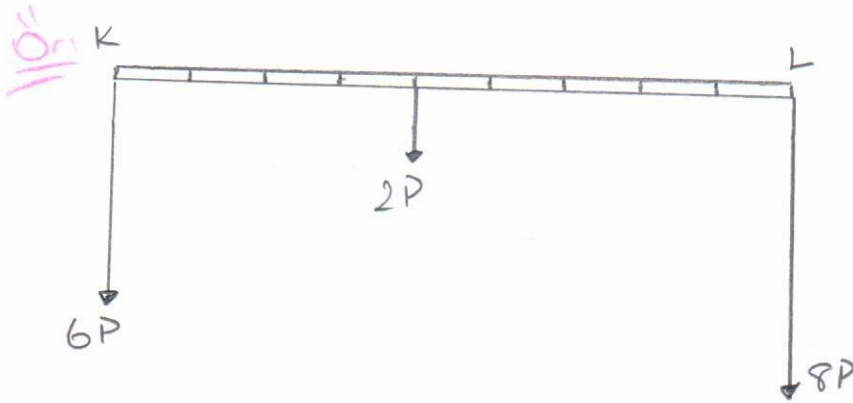
Paralel kuvvetlerin dengesinde iki şartın birden sağlanması gerekmektedir.

① Bileşke kuvvet 0 (sıfır) olmalıdır.

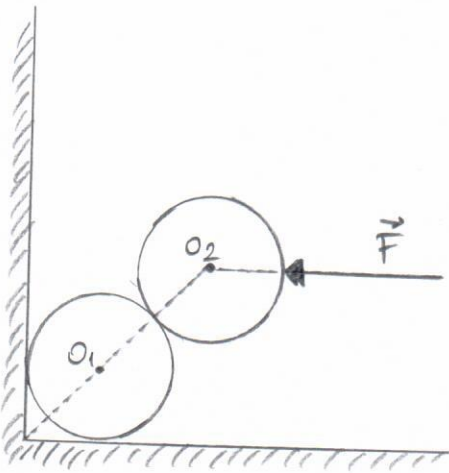
$$\sum R = 0$$

② Herhangi bir noktaya göre alınacak toplam moment 0 (sıfır) olmalıdır.

$$\sum M = 0$$

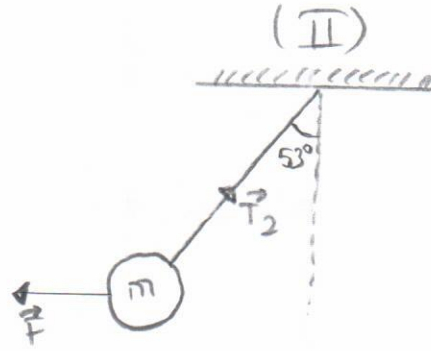
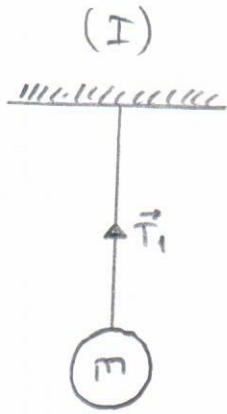


Ağırlığı önemsiz eşit bölümlü KL çubuğunu yatay olarak dengede tutabilmek için kuvvetlerin dengesini sağlamak gerekir. K noktasına uygulanan kuvvet kaç birimdir.



Türdeş kürelerin herbirinin ağırlığı 16N'dır. Şekildeki gibi dengede ise

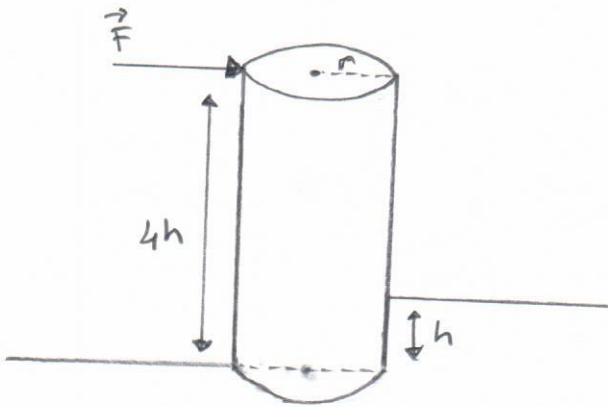
$$|F| = ?$$

Ör:

Ağırlığı 20 N olan m cisme \vec{F} kuvveti uygulandığında şekildedeki gibi (I) durumdan (II) durumuna geçiriliyor Buna göre;

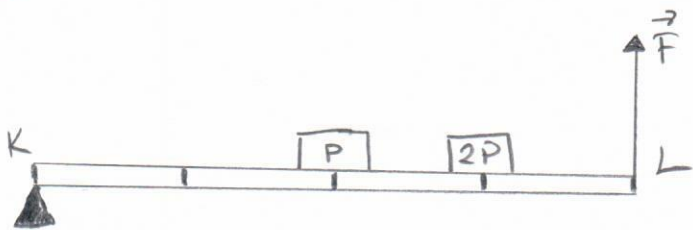
a) $|\vec{F}| = ?$

b) İpteki gerilimdeki artış miktarını bulunuz? ($|\vec{T}_2| - |\vec{T}_1| = ?$)

Ör:

Ağırlığı 120 N olan düzgün ve tırtar silindirin için $r = h$ ise silindirin devrilmeden durabileceği maksimum $|\vec{F}|$ kuvvetini bulunuz?

$F_{\max} = ?$

Ör:

K noktasından şekildedeki gibi desteklenen ağırlığı önemsiz ve eşit bölüneli KL çubuğu, ağırlıklar ve \vec{F} kuvvetinin etkisi ile dengededir. K noktasındaki desteğin

tepki kuvveti \vec{N} ise

a) $\frac{F}{P} = ?$ b) $\frac{F}{N} = ?$

KÜTLE VE AĞIRLIK KAVRAMLARI

25

Kütle: Değişmeyen madde miktarıdır. Her yerde aynıdır.

Eşit kollu terazi ile ölçülür. "m" ile gösterilir. Skaler büyüklüktür.

Birimi kg'dır.

Ağırlık: Ağırlık, dünyanın cisme uyguladığı kütle çekim kuvvetidir. Vektörel büyüklüktür. Dinamometre ile ölçülür. " \vec{G} " ile gösterilir.

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

\downarrow \downarrow \downarrow
N kg m/s²

" \vec{g} " \Rightarrow Yer çekimi ivmesi

$$|\vec{g}| = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Özgül Ağırlık: Bir maddenin birim hacmine etki eden yer çekimi kuvvetine özgül ağırlık denir. Birimi N/m³'tür. " $\vec{\rho}$ " ile gösterilir. Vektörel büyüklüktür.

$$\vec{\rho} = \frac{\vec{G}}{V} = \frac{m \cdot \vec{g}}{V} = d \cdot \vec{g}$$

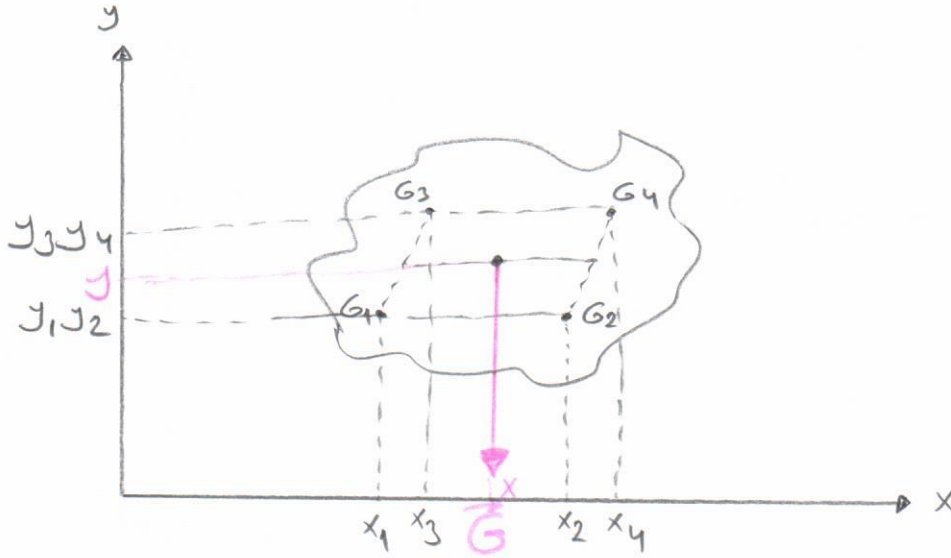
\swarrow
özkütle

Öz kütle: Maddenin kütle hacme oranına özkütle denir. Bu değer o madde için sabittir. "d" ile gösterilir.

Ağırlık Merkezi

(26)

Bir cismin ağırlığının uygulama noktasına O cismin ağırlık merkezi denir.

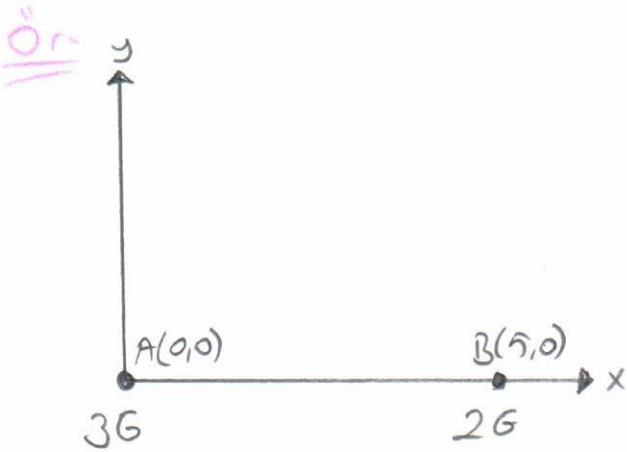


Buna göre $G \Rightarrow (x, y)$ ise

$$x = \frac{G_1 x_1 + G_2 x_2 + G_3 x_3 + G_4 x_4}{G_1 + G_2 + G_3 + G_4}$$

$$y = \frac{G_1 y_1 + G_2 y_2 + G_3 y_3 + G_4 y_4}{G_1 + G_2 + G_3 + G_4}$$

Not: Kütle merkezi için ifade de "G" yerine "m" yazılır.

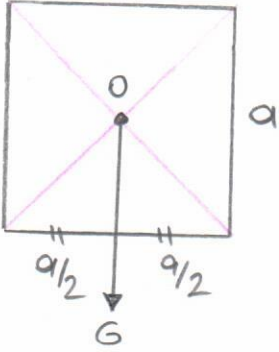


Ağırlıkları verilen A ve B noktalarından oluşan sistemin ağırlık merkezinin koordinatlarını bulunuz?

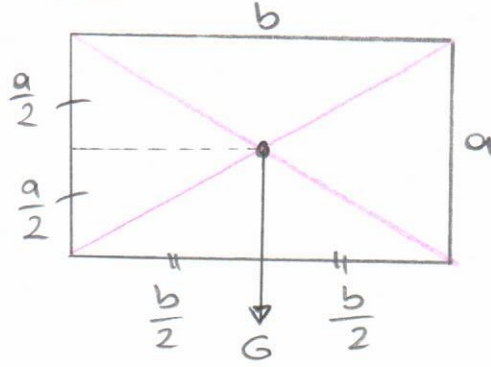
Bazı Düzgün Geometrik Cisimlerin Ağırlık Merkezi

(27)

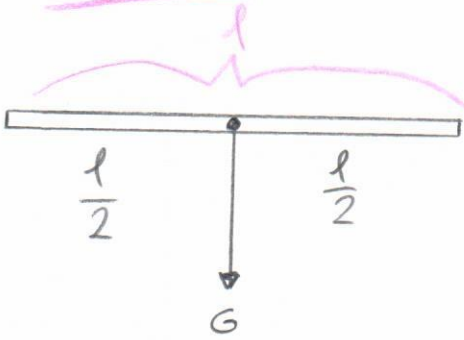
KARE



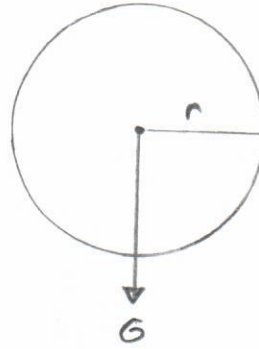
DİKDÖRTGEN



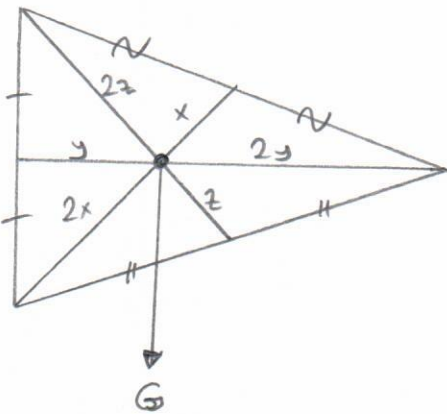
GÜBÜK



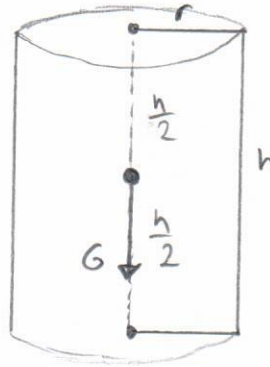
GEÇİBER / DAİRE / KÜRE



ÜÇGEN



SİLİNDİR



Not: Ağırlık merkezi ile ilgili sorular gördükten ağırlık

(28)

biliniyorsa;

1 boyutlu cismin ağırlığını uzunluk,

2 boyutlu cismin ağırlığını alan,

3 boyutlu cismin ağırlığını hacim, olarak alabiliriz.

Kare tel $\Rightarrow 4a$

Kare levha $\Rightarrow a^2$

Dikdörtgen tel $\Rightarrow 2(a+b)$

Dikdörtgen levha $\Rightarrow a.b$

Çubuk tel $\Rightarrow l$

Çember $\Rightarrow 2\pi r$

Daire $\Rightarrow \pi r^2$

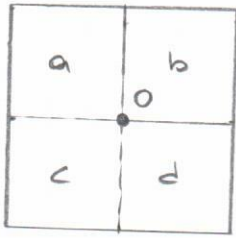
Küre $\Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3$

Üçgen levha $\Rightarrow \frac{a.h}{2}$

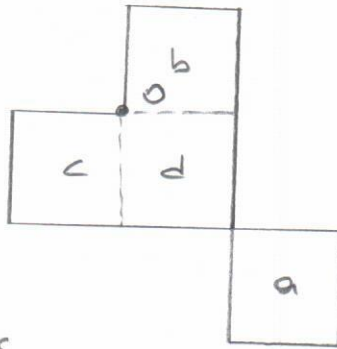
Silindirin hacmi $\Rightarrow \pi r^2 h$

Silindirin alanı $\Rightarrow 2\pi r(r+h)$

(I)



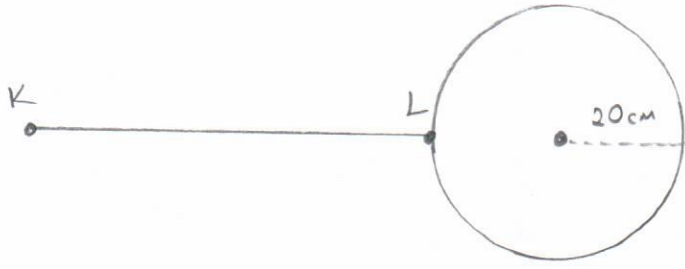
(II)



Kare şeklindeki düzgin türdeş

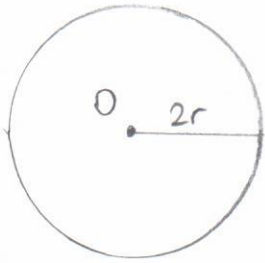
kartının "a" parçası kesilerek şekilde gibi yapıştırılıyor.

Yeni şeklin ağırlık merkezi neresi olur?

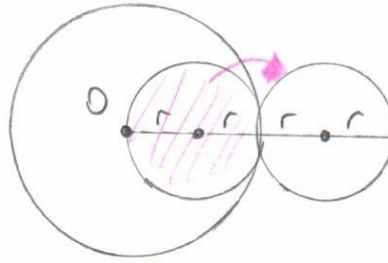


Düzgün türdeş telden yapılmış şeklin ağırlık merkezinin L noktesi olması için KL uzunluğu kaç cm olmalıdır?

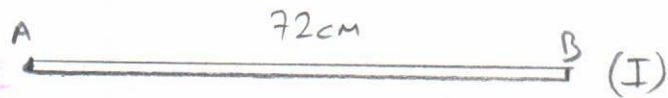
(I)



(II)

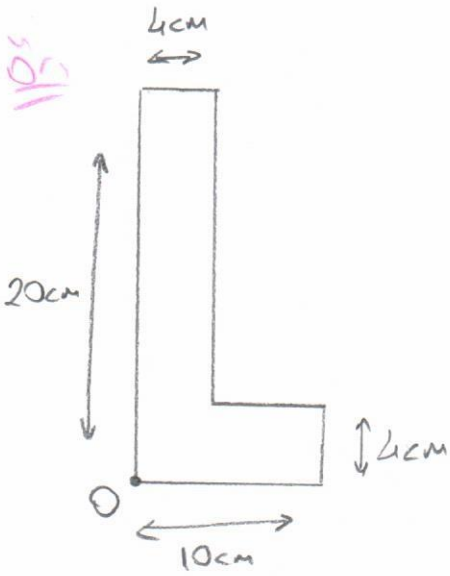


Yarıçapı $2r$ olan düzgün türdeş dairenin, yarıçapını r kabul eden kısımlı çıkarılıp şekildedeki gibi yeni şekline yapıştırılıyor. Oluşan yeni şeklin ağırlık merkezinin O noktesine uzaklığı nedir?



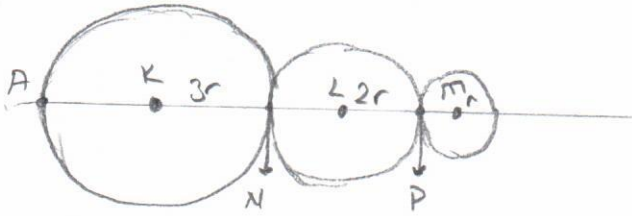
(II)

72 cm uzunluğundaki türdeş bir telin, 24 cm'lik kısmı kendi üzerine şekildedeki gibi katlanıyor. Yeni şeklin ağırlık merkezinin A noktesine uzaklığı kaç cm'dir?



30

Düzgün türdeş levha şekildedeki gibi kesilmiştir. L şeklindeki levhanın ağırlık merkezinin O noktasına uzaklığını bulunuz?

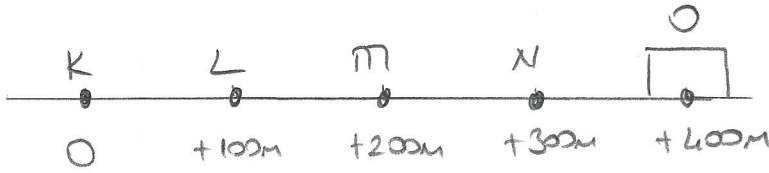


Ağırlık merkezleri: K, L, M olan $3r$, $2r$, r yarıçaplı türdeş halzeneden yapılan;

- a) Çemberler içim sistemin ağırlık merkezi
- b) Daireler içim " " "
- c) Küreler " " " "
- bulunuz?

1-A) KONUM

Seçilen bir başlangıç noktasına göre cismin t saniye sonra başlangıç noktasına olan vektörel uzaklığına konum denir.



O noktasındaki cismin K noktasına göre konumu +400m'dir.

1-B) YER DEĞİŞTİRME

Hareketli bir cismin son konumu ile ilk konumu arasındaki uzaklığı yer değiştirme denir. Vektörel bir büyüklüktür. Birim: metredir.

Baş. Nok.

Bit. Nok.



Yer değiştirme = Son konum - İlk konum

$$\vec{\Delta x} = x_2 - x_1$$

1-C) SÜRAT VE HIZ

$$V_{\text{Sürat}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

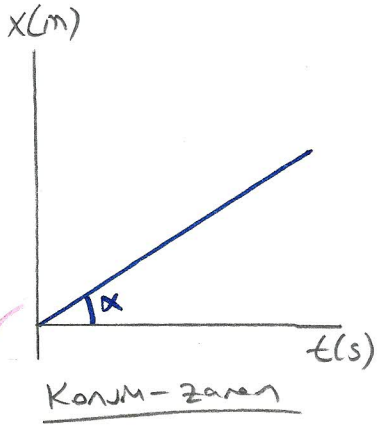
$$V_{\text{Hız}} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1}$$

Sürat ve hız birim zamanda alınan yol olarak ifade edilir. Tek farkları, hız vektörel bir büyüklük iken sürat skaler bir büyüklüktür.

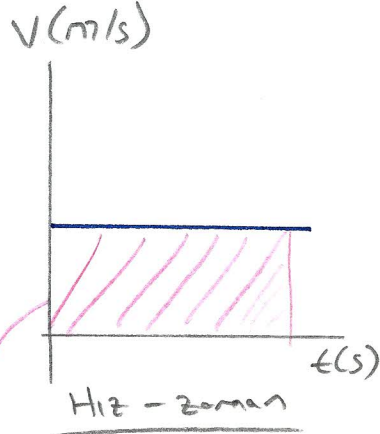
② Düzgün Doğrusal Hareket

32

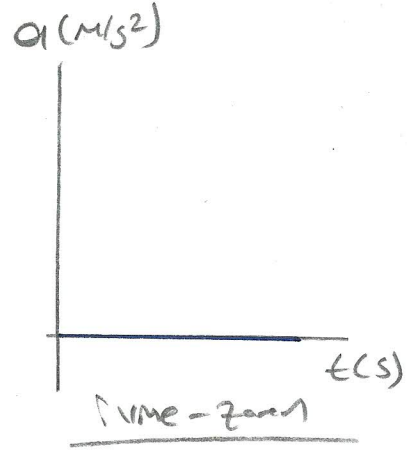
Bir cisim eşit zaman aralıklarında eşit yol alıyorsa düzgün doğrusal hareket yapıyor demektir.



$$\text{Eğim} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v$$



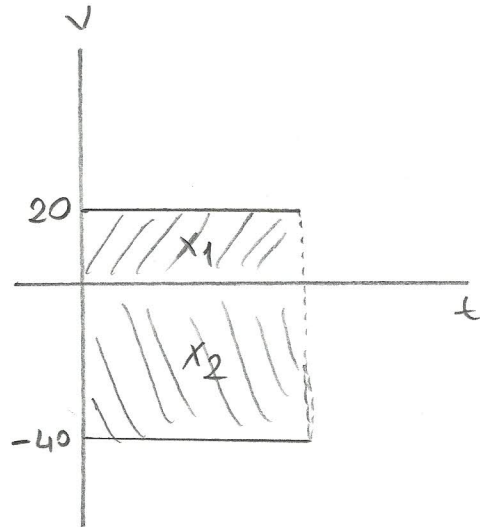
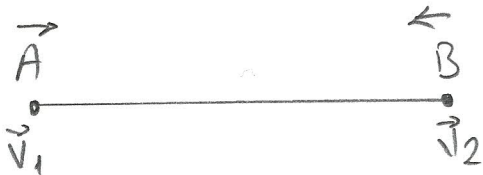
$$\text{Alan} = \Delta x = v \cdot \Delta t$$



Ör: İki araba aynı yol üzerinde aralarında 900 m uzaklık bulunan A ve B noktalarından birbirine karşı 20 m/s ve 40 m/s sabit hızlarla aynı anda harekete geçiyorlar.

- Kaç saniye sonra karşılaşırlar?
- Kaçar metre yol aldıktan sonra karşılaşırlar?

Çözüm:

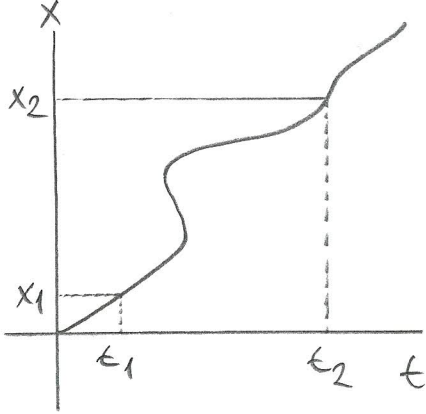


③ Ortalama Hız ve Anı Hız

33

3-A) Ortalama Hız

Ortalama hız birim zamanındaki yer değişimine olarak tanımlanır.



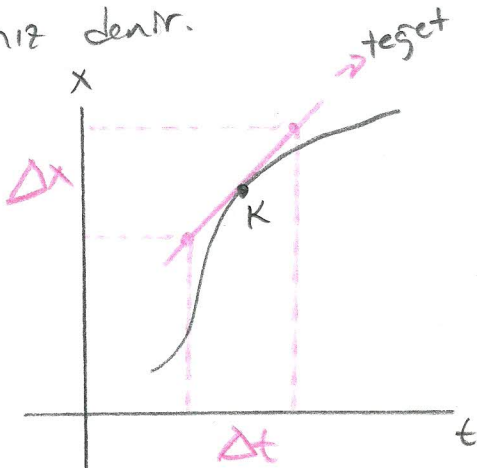
$$\vec{V}_{ort} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1}$$

Ör: Bir otomobil doğrusal bir yol boyunca 60 km/saat'lik hız ile 3 saat, sonra aynı yönde 80 km/saat'lik hız ile 2 saat gitmiştir. Bu otomobilin ortalama hızı nedir?

Çözüm:

3-B) Anı Hız

Hareketli bir cismin herhangi bir andaki hızına anı hız denir.



$$V_{ani} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

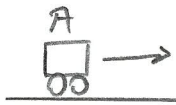
④ BAĞIL HIZ

34

Bir sisteme göre hareketli iki cismin, birbirine göre olan hızlarına bağıl hız denir.

$$V_B = V_{\text{gözlenen}} - V_{\text{gözlemci}}$$

4-A-) Aynı Doğrultuda ve Aynı Yönlü Hareketlerde Bağıl Hız



$$V_A = 30 \text{ km/saat}$$



$$V_B = 50 \text{ km/saat}$$

A'nın B'ye göre hızı demek \Rightarrow A \rightarrow gözlenen B \rightarrow gözlemci

B'nin A'ya göre hızı demek \Rightarrow B \rightarrow gözlenen A \rightarrow gözlemci

$$\text{Gözlemci A ise } \Rightarrow V_B = 50 - 30 = 20 \text{ km/h}$$

$$\text{Gözlemci B ise } \Rightarrow V_B = 30 - 50 = -20 \text{ km/h}$$

4-B-) Aynı Doğrultuda ve Zıt Yönlü Hareketlerde Bağıl Hız

Hız



$$V_1 = 30 \text{ km/h}$$

$$\text{Gözlemci A ise } V_B = -50 - 30 = -80$$



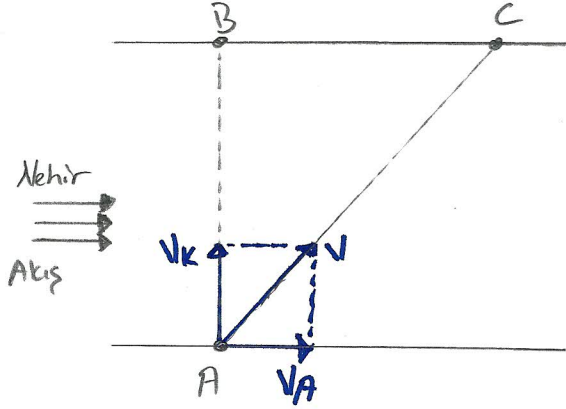
$$V_2 = 50 \text{ km/h}$$

$$\text{Gözlemci B ise } V_B = -30 - 50 = -80$$

4-C) Bileşik Hareketlerde Basıl Hız

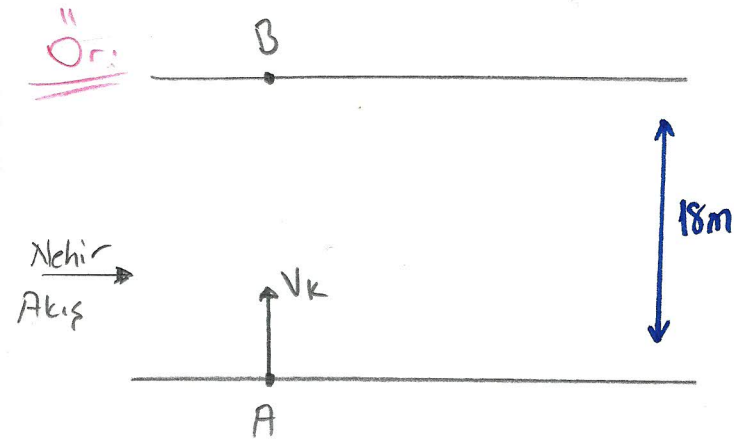
(35)

Aynı anda iki ya da daha fazla hareketi birlikte yapan cismin hareketine bileşik hareket denir.



A noktasından bir kayık nehrin altına dik bir hızla (V_k) karşı kıyıya çıkmak istemektedir.

$$\frac{|AB|}{V_k} = \frac{|BC|}{V_A} = \frac{|AC|}{V} \text{ eşit olur.}$$



A noktasında bulunan kayık, akıntıya dik olarak 6m/dk hızla 18m genişliğindeki nehirde karşı kıyıya geçmek istiyor. Akıntı hızı 4m/dk ise kayık karşı kıyıya kaç dakikada ve B noktasından kaç metre uzakta çıkar?

5) Sabit İvmeli Hareket

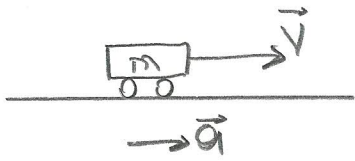
36

Bir doğru üzerinde hareket eden bir cismin hızı eşit zaman aralıklarında artıyor ya da azalıyorsa bu hareket eşit ivme sabit ivmeli hareket denir.

İVME Cismin hızının zamana göre değişimi ivme denir. a ile gösterilir. Birimi m/s^2 dir.

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

5-A) İlk Hızsız Düzgün Hızlanan Sabit İvmeli Hareket



Hareketli bir cismin hızı ile ivmesi aynı yönde ise cisim düzgün hızlanan hareket yapıyordur.

$v_0 = 0$ ise (ilk hız)

t saniye sonraki hız $\Rightarrow v = a \cdot t$

t saniye sonundaki konum $\Rightarrow x = \frac{1}{2} a t^2$

Konuma bağlı hız $\Rightarrow v^2 = 2 a x$

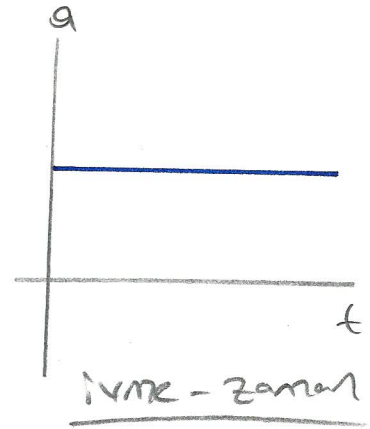
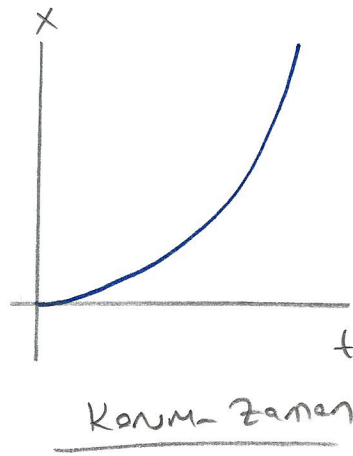
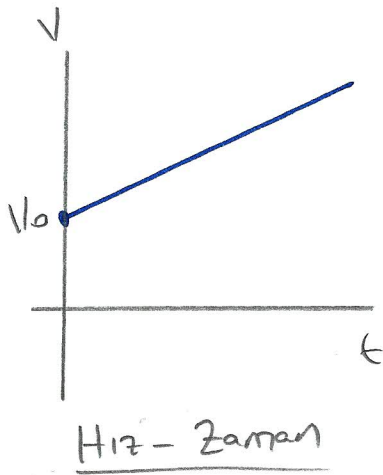
5-B) İlk Hızı Olan Düzgün Hızlanan Sabit İvmeli Hareket

$v_0 \neq 0$ ise

t saniye sonraki hız $\Rightarrow v = v_0 + a \cdot t$

t saniye sonraki konum $\Rightarrow x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2$

Konuma bağlı hız $\Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2 a x$



Ör: İlk hızı 6 m/s olan hareketli bir cismin, 100 cm/s^2 'lik ivme ile hızlanmaktadır.

- 6 saniye sonra hareketlinin hızını bulunuz?
- cismin 4 saniyede kaç metre yol alır?
- Hızın 12 m/s olması için kaç saniye gerekir?
- Hızın 14 m/s olması için hareketlinin kaç metre yol alması gerekir?

5-c) İlk Hızı olan Düzgün Yavaşlayan Sabit İvneli Hareket

$$V_0 \neq 0$$

$$t \text{ saniye sonraki hız} \Rightarrow V = V_0 - a \cdot t$$

$$t \text{ saniye sonraki konum} \Rightarrow x = V_0 \cdot t - \frac{1}{2} a t^2$$

$$\text{Konuma bağlı hız} \Rightarrow V^2 = V_0^2 - 2 a x$$

Or. İlk hızı 20 m/s olan hareketli cisim, 2 m/s²lik ivme ile düğün olarak yavaşlatmaya başlıyor. (38)

a) 6 saniye sonra hareketlinin hızını bulunuz?

b) Yavaşlatmaya başladıktan 4 saniye sonra kaç metre yol alır?

c) Hızın 6 m/s olması için kaç saniye geçeceğini bulunuz?

d) Yavaşlatmaya başladıktan sonra 36 metre yol aldığında hızı kaç m/s olur?

5-7 D) Serbest Düşme

Yer yüzeyinden belli bir yükseklikten ilk hızsız olarak bırakılan bir cisim kendi ağırlığının etkisiyle hızlanarak yere düşer. Buna serbest düşme denir.

Hava direnci ihmal edilir ve yer çekimi her noktada sabit kabul edilirse;

$$a = g = 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$$

$V_0 = 0$



t süre sonra hız $\Rightarrow v = g \cdot t$

t süre sonra yol $\Rightarrow h = \frac{1}{2} g t^2$

Zamansız hız $\Rightarrow v^2 = 2 \cdot g \cdot h$

Ör: 2 kg kütleli bir cisim belirli bir yükseklikten yere doğru atılıyor. İlk hız $v_0 = 5 \text{ m/s}$ ve cisim 5 s sonra

sonra yere çarptığına göre;

- Cismin atıldığı yükseklik kaç metredir?
- Cismin yere çarptığı andaki hızını bulun?

NEWTON'UN HAREKET KANUNLARI

40

A-) 1. Hareket Kanunu (Eylemsizlik)

Cismin denge durumunu inceler, Eylemsizlik Kanunu da dendir.

Bu kanuna göre; Bir cisme etkiyen kuvvetlerin bileşkesi "0" ise cisim ya durur ya da bir doğru boyunca sabit hızla hareketine devam eder.

$$\sum F_{\text{bileşke}} = 0 \text{ ise ya } v=0 \text{ ya da } v=\text{sabit}$$
$$a=0 \text{ olur.}$$

B-) 2. Hareket Kanunu

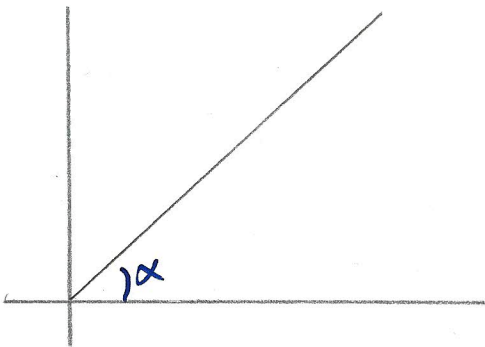
Cisme etkiyen kuvvetlerin bileşkesi 0 değil ise cisim ivmeli bir hareket yapar.

Dinamiğin temel kanunudur

Kuvvet sabit ise cisim düzgün doğrusal hareket yapar.

Sabit bir F kuvvetinin etkisinde kalan cisim

Hız - Zaman Grafiği



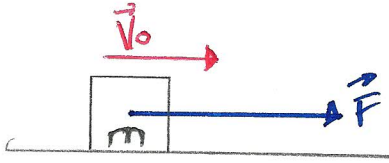
$$\underline{\text{eğim} = \text{ivme}}$$

Bu kanunun genel ifadesi;

$$F = m \cdot a$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 kuvvet kütle ivme
 \downarrow \downarrow \downarrow
 N kg m/s²

Ör:



Kütlesi 2 kg olan bir cisme
 Şekildeki gibi yatay doğrultuda
 6 N'luk bir kuvvet uygulanıyor.
 (Sürtünme önemsiz)

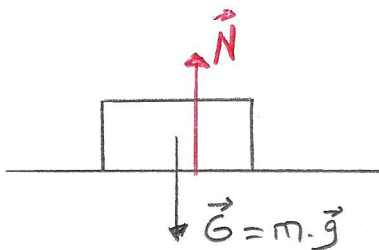
a) Cismın ivmesini bulunuz?

b) $t=0$ anında ilk hızı 5 m/s ise $t=5s$ deki $v=?$

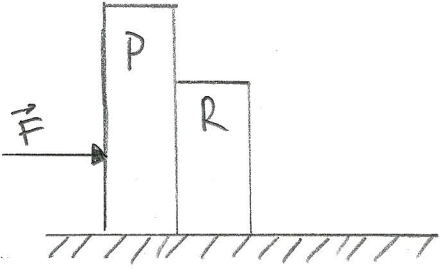
c) $v_0=5m/s$ olduğuna göre 10 saniyedeki $\Delta x=?$

c-) 3. Hareket Kanunu (Etki - Tepki)

Bir cisim yeryüzünde dururken yer aekımı ivmesinden
 dolayı yerin merkezine doğru bir kuvvet etki eder.
 Buna cismin ağırlığı denir. Yeryüzü de cismin
 ağırlığı ile aynı büyüklükte fakat ters yönde bir
 kuvvet uygular. Bu kuvvete tepki kuvveti denir.



$$\vec{N} = -\vec{G} \quad \vec{G} + \vec{N} = 0$$

Ör:

Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan P ve R cisimlerine şekildeki gibi 20 N'lık \vec{F} kuvveti etki etmektedir.

Buna göre R cisminin P cismine uyguladığı tepki kuvvetini bulunuz?

SÜRTÜNMELİ YÜZEYLERDE HAREKET

A) Sürtünme Kuvveti

Cisimlerin hareketini zorlaştıran kuvvete sürtünme kuvveti denir. Cisme uygulanan kuvvetin ters yönündedir.

Sürtünme kuvveti, cismin temas ettiği yüzey ile etkileşiminden doğan gelen, cismin yüzey üzerinde olan ve cismin hareketine zıt yönde olan kuvettir.

1) Statik Sürtünme Kuvveti

Duran cisimlere harekete geçirebilmek için, cisme uygulanan F kuvveti ile eşit büyüklükte ve zıt yöndeki sürtünme kuvvetine statik sürtünme kuvveti denir.

2) Kinetik Sürtünme Kuvveti

Bir cisim düzgün doğrusal hareket yaptırabilmek için uygulanan en küçük F kuvvetine eşit fakat zıt yöndeki kuvvete kinetik sürtünme kuvveti denir.

Statik ve kinetik sürtünme kuvvetleri birbirine eşit değildir. ($F_s > F_k$) (Canlı dırte anlatılacak)

(213)

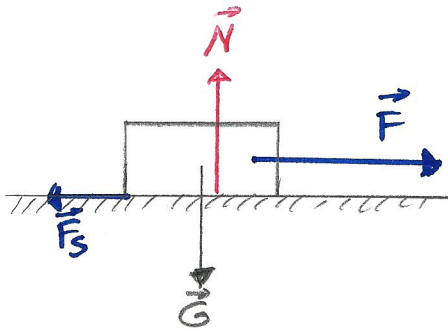
Fakat değer olarak birbirine çok yakındırlar.

Bu nedenle uygulamalarımızda tek bir sürtünme kuvveti göstereceğiz.

B-) Sürtünme Özellikleri

- α Sürtünme kuvveti hareketin tersi yönündedir.
- α Sürtünme kuvveti tepki kuvveti ile doğru orantılıdır.
- α Sürtünme kuvveti sürtünen yüzeyin özelliğine bağlıdır.
- α Sürtünme kuvveti sürtünen yüzeyin büyüklüğüne bağlı değildir.

C-) Sürtünme Katsayısı



$$F_s = k \cdot N$$

↓ ↓ ↘
Sürtünme Sürtünme Tepki
kuvveti katsayısı kuvveti

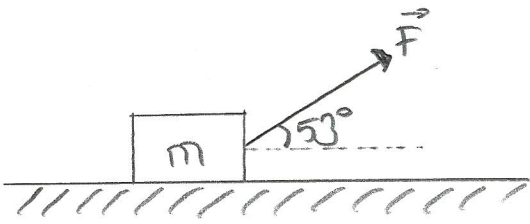
$$k = \frac{F_s}{N}$$

Ör: Yatay bir düzlem üzerindeki 3 kg kütleli bir cisme, düzleme paralel olarak 15 N'lık kuvvet etk etmektedir. Sürtünme katsayısı $k=0,1$ ise

(44)

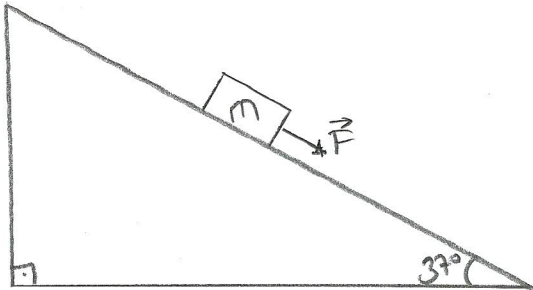
- $F_s = ?$
- $F - F_s = F_{net} = ?$
- Cisim dururken hareket başkaldırma göre 3s sonraki hızı?
- 3s'de kaç metre yol aldığını bulunuz?

Ör:



2 kg kütleli m cisme şekildeki gibi $F=10\text{N}$ 'lık kuvvet etk ediyor. Sürtünme katsayısı $k=0,25$ ise cisim durur halden 10s sonraki yer değiştirmesini bulunuz?

Ör:



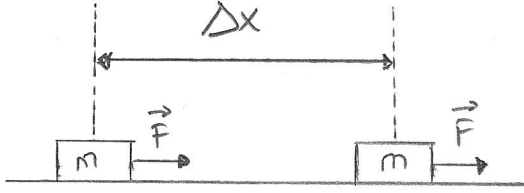
1kg'lık m cisme 10N'lık F kuvveti şekildeki gibi etk etmektedir. $k=0,5$ ise;

- $a = ?$
- Durmadan hareket yapan cisim 6m yol aldığındaki hızı?

İŞ - GÜÇ - ENERJİ

47

İŞ: Bir cisme yol aldırarak kuvvete iş denir.
Skaler bir büyüklüktür.



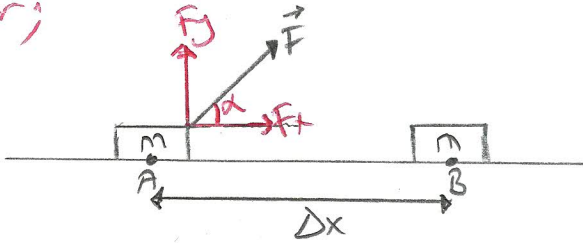
m cismine \vec{F} kuvveti uygulandığında şekildedir gibi Δx kadar yer değiştiriyorsa;

$\text{İŞ} = \text{KUVVET} \cdot \text{YER DEĞİŞTİRME}$

$$|W| = F \cdot \Delta x$$

↓ ↓ ↓
Joule Newton metre

Eğer;



Eğer F kuvveti m cismine A noktasından B noktasına götürmüş ise;

$$|W| = F_x \cdot \Delta x = F \cdot \cos \alpha \cdot \Delta x \text{ olur.}$$

Özel Durumlar

1- $\alpha = 0^\circ$ ise, kuvvet hareket yönünde uygulanıyor demektir.
Yapılan iş en büyük değerdedir. $|W| = \max$

2- $\alpha = 90^\circ$ ise, kuvvet hareket doğrultusuna diktir.

$$\underline{\underline{|W| = 0}}$$

3 - $\alpha = 180^\circ$ ise, kuvvet hareket yönünün tersinde etki etmektedir.

(46)

$$\underline{\underline{W = - F \cdot \Delta x}}$$

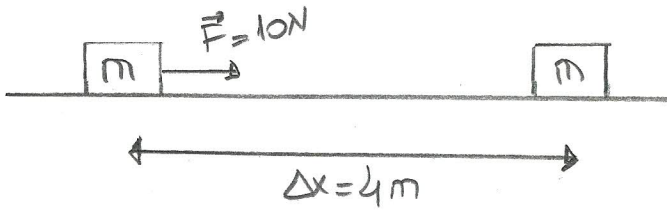
Sürtünme Kuvvetine Karşı Yapılan İş

Hareket sırasında sürtünme kuvveti daima yer değiştirmeye zıt yönde olduğundan yapılan iş negatiftir.

Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş ısıya dönüşür.

Isıya dönüşen enerji $W_s = F_s \cdot \Delta x$ dir.

Ör-



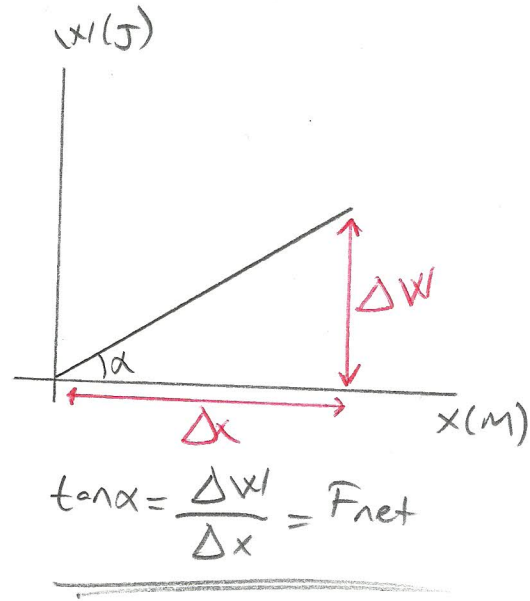
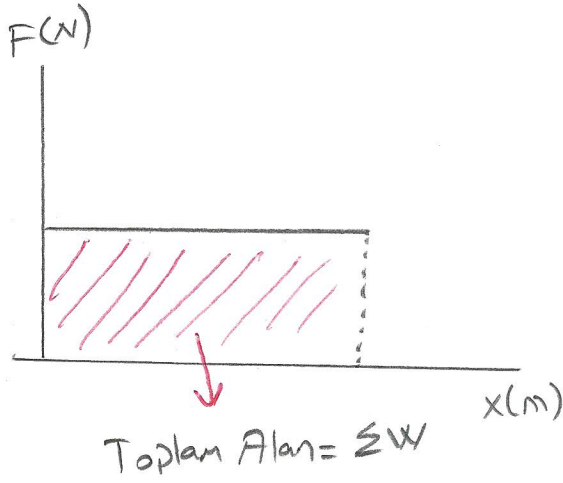
Şekildeki gibi durmakta olan 2 kg kütleli m cismi, $F = 10N$ 'lık kuvvetin etkisi ile, sürtünme katsayısı $k = 0,3$ olan yatay düzlemde 4 metre götünüyor.

a) F kuvvetinin yaptığı iş ?

b) F_s " " " ?

c) Net " " " ?

d) Cisme etkiyen tepki kuvvetinin yaptığı iş bulunur ?



Güç

Birim zamanda üretilen veya tüketilen enerjiye güç denir. Yani iş yapabilme hızının ölçüsüdür. Güç P ile gösterilir. Birimi Watt'dır.

$$Güç = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{İşi yaparak işi yapan zaman}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

Joule
→
Watt

Bir cisme Δt zaman aralığında sabit bir F kuvveti uygulanarak, ΔW iş yapılmış ise

$$P_{ort} = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\Delta W}{\Delta x} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = F \cdot v$$

Not: 1 BG = 746 Watt

Ör: 1 otomobil 75 kw'lık güç harcayarak

90 km/h'lık düzgün bir hız ile hareket etmektedir.

Motörün neden olduğu Her saniye itme kuvveti

kacı N'dür?

ENERJİ

Bir cismin iş yapabilme yeteneğine enerji denir. Yani iş yapabilmek için o işi karşılayacak enerjiye sahip olmamız gerekir. Büyüklük olarak iş ile aynıdır. Birimi J'dür.

Bir çok enerji birbirine dönüşebilir. Kinetik, Potansiyel, ısı, elektrik, ses, manyetik, kimyasal, ışık, atom vb.

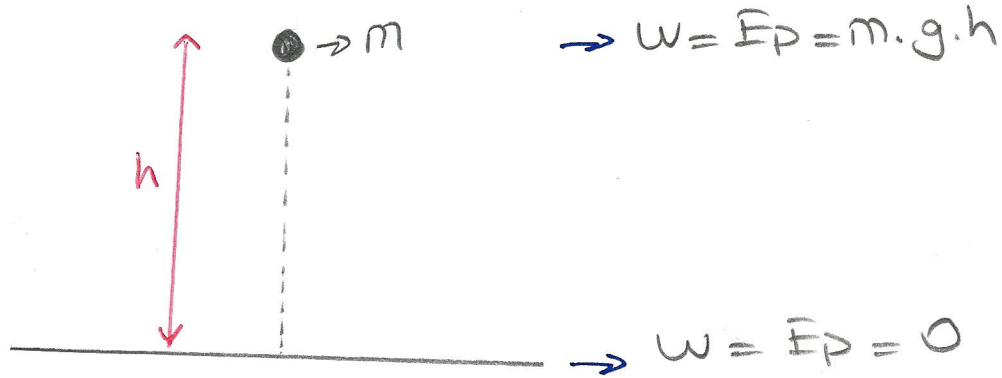
Potansiyel Enerji

Cisimlerin hareketsiz konumlarından dolayı sahip oldukları enerjiye potansiyel enerji denir.

a) Yer çekiminin Potansiyel Enerjisi

Yer yüzeyindeki m kütleli bir cisim yerden h kadar yüksekliğe kaldırmak için yer çekimine karşı

iş yapmak gerekir. Bu durumda cisim yapılan iş kadar enerji kazanır. Simgesi E_p şeklindedir.

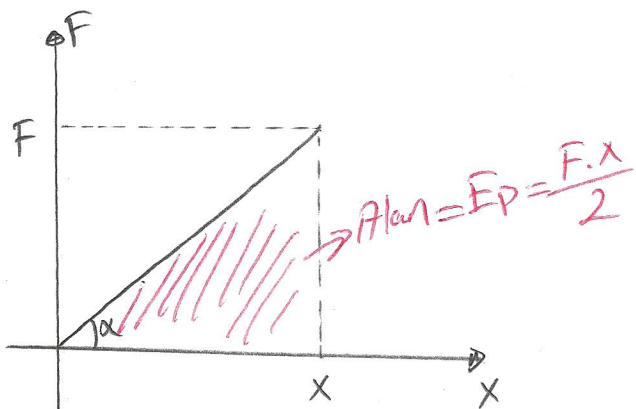


Cisim kütle merkezinin yer Δh kadar yer değiştirmişse potansiyel enerji de Δh kadar değişir $\Rightarrow \underline{\underline{\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h}}$

b) Yayın Esneklik Potansiyel Enerjisi

Esnek sarmal bir yayı denge konumundan bir miktar uzatmak veya sıkıltmak için gereken kuvvete yayın esneklik sabiti denir.

x kadar uzatmak için $F = k \cdot x$ 'dir.



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

$$\boxed{E_p = \frac{1}{2} k x^2}$$

KINETİK ENERJİ

50

Hareketinden dolayı cisimlerin sahip olduğu enerjiye kinetik enerji denir. E_k ile gösterilir.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

\downarrow \downarrow
kg m/s

Ayrıca bir cisme x yol boyunca etkiyen net kuvvetin yaptığı iş, cismin kinetik enerjisinin değeri değişim miktarına eşittir.

$$W = \Delta E_k = E_{k\text{ son}} - E_{k\text{ ilk}}$$

ENERJİNİN KORUNUMU

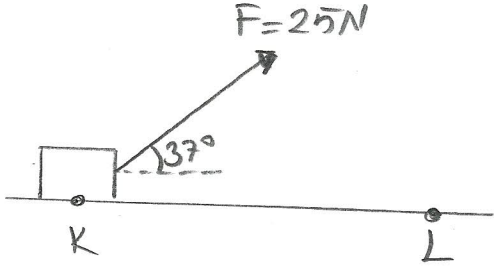
Bu yasa, bir etkileşim sırasında, enerjinin bir biçimden başka bir biçime dönüşebileceğini, fakat toplam enerji miktarının sabit kalacağını belirtir.

Başka bir deyişle enerji yoktan var edilemez, varden yok edilemez.

Ör: Kütlesi 4 kg olan bir cismin hızı 6 m/s'den (51)

8 m/s'ye çıkarsa, kinetik enerjisi nasıl değişir?
Kac J olur?

Ör:

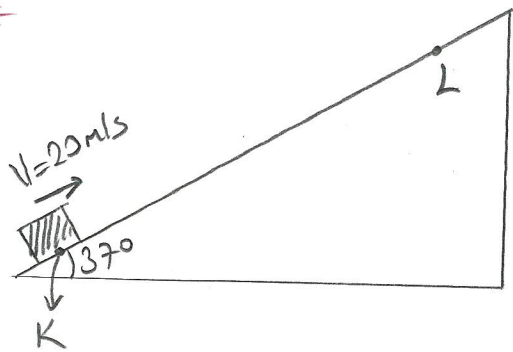


K noktasında durmakta olan 3 kg kütleli cisme 25 N'luk F kuvveti şekildeki gibi etki ediyorsa K-L arası 2 m olduğuna göre, cismin L noktasındaki kinetik enerjisi bulunur? (Sürtünme yok)

Ör:

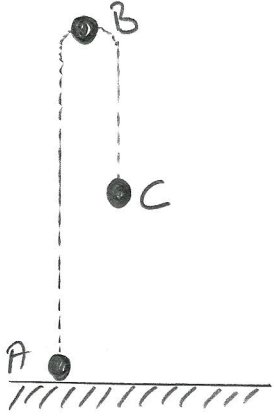
Kütlesi 2 kg olan bir blok 0,4 m yükseklikten sabiti $k = 1600$ olan bir yayın üzerine düşer. Yay en fazla kaç metre sıkılır?

Ör:



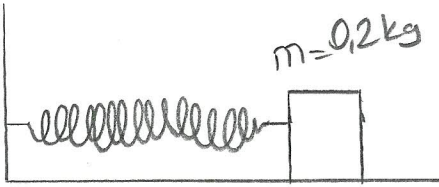
K noktasından ilk hızı 20 m/s hızla harekete geçiren 1 kg kütleli m cismi eğik düzlemde L noktasına kadar çıkıyor.

- Yer ağırlığı kuvvetine karşı yapılan iş bulunur?
- KL uzunluğu bulunur?

Ör

2 kg kütleli m cismi ilk hızı 10 m/s olarak yerden dikey yönlü yukarıya doğru atılıyor. B noktesinde durup tekrar yere doğru başladığına göre;

- Atıldığı andeki kinetik enerjisini bulun?
- B noktesinin yerden yüksekliği kaç metredir?
- C noktesinin yüksekliği 3,2 metre ise cismim C noktesindeki hızını bulun?

Ör

Şekildeki yayı etkisi eden 50 N'luk kuvvet yayı 0,1 m sıkıştırmıştır. ve örne 0,2 kg'lık m cismi konulmuştur. Yay serbest bırakıldığında kütle yaydan kaç m/s hızla ayrılır? (Sürtünme ihmal edilecek)

Ör: 50 kg kütlesi bir sporcu bar fişte asılı
iken kolları ile kendini 2 s'de 20 cm yukarı kaldırdı.
Sporcunun gücü kaç Watt'tır?

Ör: Bir kişi kütlesi 28 kg olan bir bloğu 10 m
uzunluğunda yatay düz bir yüzeyde, yatay ile arasında
45°'lik açı yapan bir kuvvet uygulayarak sabit
hızla itiyor. Sürtünme katsayısı $\mu = 0,2$ ise Blok
üzerinde sürtünme kuvvetine karşı yapılan işi bulunuz?
($\sin 45 = \cos 45 = 0,7$)

Ör: 60 kg ağırlığındaki bir sporcu 25 basamaklı uzun
bir merdiveni 40 saniyede çıkarıyor. Merdivenin her bir basamağı
20 cm yüksekliğinde olduğuna göre, sporcunun
gücünü bulunuz?