

F

i

Z

i

K

1

1. Öleme ve Vektörler
2. Hareket Denklemleri
3. Newton'un hareket kanunu
4. Dairesel hareket
5. İş, Kinetik Enerji, Potansiyel Enerji, Enerji Kanunu
6. Momentum ve Çarpımalar
7. Kati Cismin hareketi
8. Yuvarlama hareketi, Açısal Momentum
9. Statik Değer - Titreşim hareketi
10. Dalgalar
11. Sıcaklık Isı Termodinamik 1. yasası
12. Isı makinabı

ÖRNEK

Temel Boyut

$$\text{Uzunluk (L)} \longrightarrow \text{metre} \left\{ \frac{12795984 \text{ s}}{299792458} \right\}$$

$$\text{Kütle (m)} \longrightarrow \text{kg} \left\{ \begin{array}{l} \text{Fransa } 3,9 \text{ mm} \\ \text{Platin silindiri} \end{array} \right\}$$

$$\text{Zaman (T)} \longrightarrow \text{s} \left\{ \begin{array}{l} \text{segyun } \frac{13}{8192631770} \end{array} \right\}$$

Tarev Boyutlar (Birimler)

Hız

$$V = \frac{x}{t} = \frac{[L]}{[T]} = \frac{m}{s}$$

Yoğunluk

$$\rho = \frac{m}{x} = \frac{[m]}{[L]^3} = \frac{kg}{m^3}$$

Boyut Analizi

Denklemin sol ve sağ tarafı aynı birimdir

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

$$[L] = \frac{1}{2} \frac{[L]}{[T]^2} \cdot [T]^2$$

Birim Analizi

Örnek: $\vec{F} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \hat{r}$ $G = \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$ $|\hat{r}| = 1$ yön gösterir.

$$\vec{F} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \hat{r}$$

$$k.p. \frac{m}{s^2} = G \cdot \frac{kg \cdot kg}{m^2}$$

$$G = \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$$

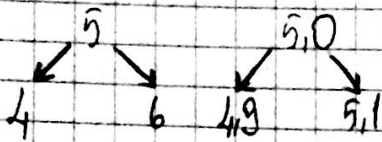
Mertebeles

	Tera	10^{12}	(Tm)
	Giga	10^9	(Gm)
	Mega	10^6	(Mm)
	Kilo	10^3	(km)
Asıl Birim	metre	10^0	(m)
	miti	10^{-3}	(mm)
	mikro	10^{-6}	(μ m)
	nano	10^{-9}	(nm)
	piko	10^{-12}	(pm)

10^{24} Yotta

10^{-24} Yocta

Anlatılı Sayılar



Not!!! Soldaki sayılar sayılmas

Not!!! Mertebeles sayılmas

5000 kg $\rightarrow$ Belirsiz

5,000 10^3 kg $\rightarrow$ 4 AR

1,50 10^5 $\rightarrow$ 3 AR

0,004 $\rightarrow$ 1 AR

Toplama ve Çıkarma

37,2
0,83
2,500

40,530

3 AR

Not!!! En hassas olan kareli edilir

Görme ve Bülme

0,0032

35,3

1,14016

2 AR

** Örnek

$$5,5 \times 6,4 = 35,2$$

$$5,4 \times 6,3 = 34,02$$

} 2 AR

en alt ratabıyla en üst ratabını
aengince farklı qitabılır

VEKTÖRLER

Fiziksel Büyüklükler

Skaler Büyüklükler

Sayı, birim

örnek:

$t = 10s$

Vektörel Büyüklükler

Sayı, birim, yön

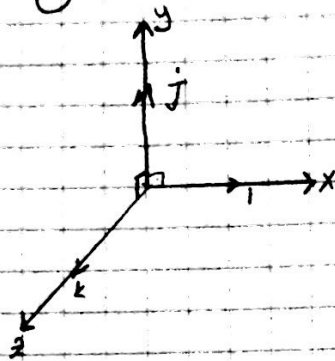
örnek:

$\vec{v} = 25 \text{ m/s } \hat{i}$

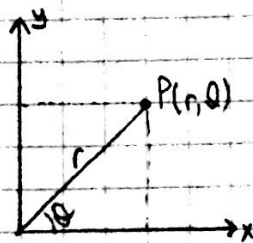
NOT!!! $\hat{i} \rightarrow$ Birim vektör } sadece yön
 $|\hat{i}| = 1$ } gösterir.

Koordinat Sistemi

Kartezyen Koordinat Sistemi



Polar Koordinat Sistemi



$$x = r \cdot \cos \theta$$
$$y = r \cdot \sin \theta$$

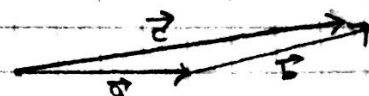
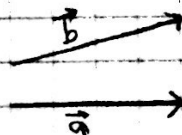
$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Vektörel İşlemler (Toplama, Çıkarma, Çarpma)

Geometrik Yöntem

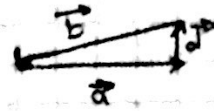
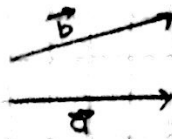
Toplama

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$$

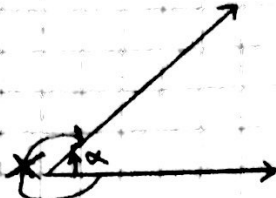


Çıkarma

$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{d}$$



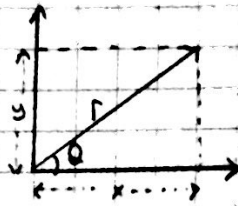
İki vektör arasındaki açı (küçük açı):



Analitik Yöntem: Kartezyen Koordinat

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

Vektörü Bileşenlere Ayırma Yöntemi



$$x = r \cos \theta$$

$$y = r \sin \theta$$

$$\vec{r} = r \cos \theta \hat{i} + r \sin \theta \hat{j}$$

Toplama

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

$$\vec{b} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}$$

$$\vec{a} + \vec{b} = (a_x + b_x) \hat{i} + (a_y + b_y) \hat{j} + (a_z + b_z) \hat{k}$$

Çıkarma

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

$$\vec{b} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}$$

$$\vec{a} - \vec{b} = (a_x - b_x) \hat{i} + (a_y - b_y) \hat{j} + (a_z - b_z) \hat{k}$$

Örnek:

$$\vec{a} = -5\hat{i} + 3\hat{k}$$

$$\vec{b} = +2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$$

$$\vec{a} + \vec{b} = ?$$

$$\vec{a} - \vec{b} = ?$$

$$\vec{a} + \vec{b} = (-5+2)\hat{i} + (0+2)\hat{j} + (3+1)\hat{k} = -3\hat{i} + 2\hat{j} + 4\hat{k}$$

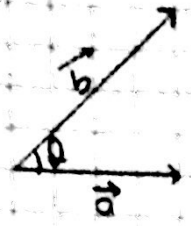
$$\vec{a} - \vec{b} = -7\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$$

$$x+y=1$$

$$x-y=2$$

Skaler Çarpım

Sonuç skalerdir



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta$$

NOT!!! $|\vec{a}| = a$ (a vektörünün büyüklüğü)

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

$$|\vec{a}| = a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

Örnek

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

$$\vec{b} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}) (b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}) = (a_x \cdot b_x) + (a_y \cdot b_y) + (a_z \cdot b_z)$$

$$\begin{aligned} \hat{i} \cdot \hat{i} &= 1 \cdot 1 \cdot \cos 0 = 1 \\ \hat{j} \cdot \hat{j} &= 1 \\ \hat{k} \cdot \hat{k} &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{i} \cdot \hat{j} &= 1 \cdot 1 \cdot \cos 90 = 0 \\ \hat{j} \cdot \hat{i} &= 0 \\ \hat{i} \cdot \hat{k} &= 0 \end{aligned}$$

Not!!! $\cos \theta = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|}$

Örnek:

$$\vec{a} = -5\hat{i} + 8\hat{k}$$

$$\vec{b} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$$

$\cos \theta$ bulalım?

$$\cos \theta = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|} = \frac{-7}{\sqrt{(-5)^2 + 8^2} \cdot \sqrt{2^2 + 2^2 + 1^2}}$$

$$\theta = 113.5$$

Vektörel Çarpım

Sonuç vektördür.

$$\vec{a} \times \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin \theta \cdot \hat{r}$$

Sağ el kuralı

Dört parmak ilk vektöre konulur.

Ana iki küçük aya gelecek şekilde 4 parmanın çevrilmesiyle baş parmanın gösterdiği yön çarpımın sonucundaki vektörün yönü olur.

$$\vec{a} \times \vec{b} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}) \times (b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k})$$

$$\hat{i} \times \hat{i} = 1 \times 1 \sin 0 = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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



Örnek:

$$\vec{a} = -5\hat{i} + 8\hat{k}$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = ?$$

$$\vec{b} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = (-5\hat{i} + 8\hat{k}) \times (2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$= -10\hat{k} + 5\hat{j} + 6\hat{j} - 6\hat{i}$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = -6\hat{i} + 11\hat{j} - 10\hat{k}$$

Matris Yöntemi ile Vektörel Çarpım

$$A: a_1 \hat{i} + a_2 \hat{j} + a_3 \hat{k}$$

$$B: b_1 \hat{i} + b_2 \hat{j} + b_3 \hat{k}$$

$$A \times B = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix} = \hat{i}(a_2 b_3 - b_2 a_3) - \hat{j}(a_1 b_3 - b_1 a_3) + \hat{k}(a_1 b_2 - b_1 a_2)$$

Örnek: $\vec{a} = 5\hat{i} + 3\hat{k}$

$\vec{a} \times \vec{b} = ?$

$\vec{b} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 5 & 0 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \end{vmatrix} = \hat{i}(0-6) - \hat{j}(5-6) + \hat{k}(-10-0) = -6\hat{i} + 1\hat{j} - 10\hat{k}$$

Örnek:

$A = 20\hat{i} - 10\hat{j} + 30\hat{k}$

$B = -6\hat{i} + 15\hat{j} - 25\hat{k}$

1. $2A - 3B = ?$

$2A - 3B = 58\hat{i} - 10\hat{j} + 30\hat{k}$

2. $\vec{A} \cdot \vec{B} = ?$

$\vec{A} \cdot \vec{B} = 120 - 150 - 750 = -1020$

3. $\vec{A} \times \vec{B} = ?$

$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 20 & -10 & 30 \\ -6 & 15 & -25 \end{vmatrix} = -200\hat{i} + 320\hat{j} + 240\hat{k}$

4. $\theta = ?$

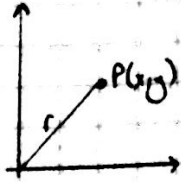
$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta$

$-1020 = \sqrt{400 + 100 + 900} \sqrt{36 + 225 + 625} \cdot \cos \theta$

Bir Boyutta Hareket

Mekanik $\longrightarrow$ cisimlerin hareketini inceler

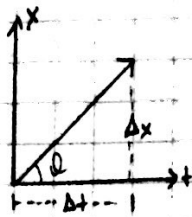
Konum, hız, ivme bilinmeli



Konum (x)

$$3 \text{ boyutlu} = \vec{r}(t) = x(t)\hat{i} + y(t)\hat{j} + z(t)\hat{k}$$

Hız (V)



$$V = \tan \theta = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{m}{s}$$

↓
ortalama hız

Örnek: Ahmet 50 km/s hızla giderken 80 km sonra benzini bitirir. 4 km ileideki benzinciye 15 dk da gidiyor, 30 dk da döndüyor. Buna göre:

a) Benzincideki $V = ?$

b) Arabaya döndüğünde $V = ?$

c) Eve döndüğünde $V = ?$

a) 1 sa 50 km

1 sa 80 km

$$V = \frac{84 - 0}{1.85} \text{ km/sa}$$

$t_1 = 1.6 \text{ saat}$

$+ 0.25 \text{ saat}$

1.85 saat

$$b) V = \frac{80 + 4 - 4}{2.35} \text{ km/sa}$$

$$c) V = \frac{84 - 84}{3.95} = 0$$

Sürat

Skaler büyüklükler

$$\text{Sürat} = \frac{\text{Toplam yol}}{\text{Toplam zaman}}$$

Ani Hız

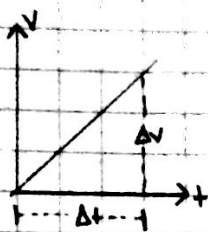
$$v = \frac{dx}{dt}$$

Örnek:

$$x(t) = -5t^2 + 3m \quad t=2 \text{ sn'deki hız?}$$

$$v = -10t = -20 \text{ m/s}$$

İvme



$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad , \quad a = \frac{dv}{dt}$$

ortalama ivme ani ivme

Örnek

$$v_x = -5t^2 + 40 \text{ m/s}$$

$$a) t=0, t=2s \quad \bar{a}=?$$

$$\bar{a} = \frac{v_{(t_2)} - v_{(t_1)}}{t_2 - t_1} = \frac{20 - 40}{2} = -10 \text{ m/s}^2$$

$$b) t=2s \quad a=?$$

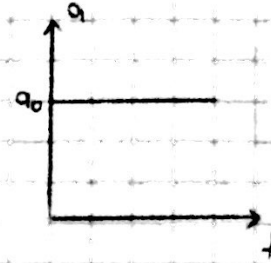
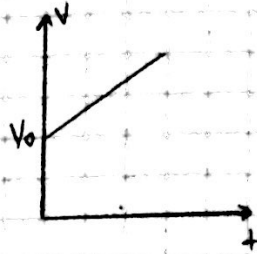
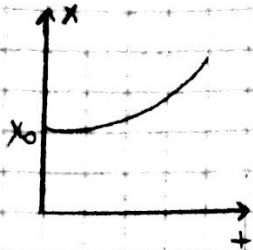
$$a = -10t = -20 \text{ m/s}^2$$

Sabit İvveli Hareket

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$



Örnek

Soru

Ahmet 75 km hızla 88m pottikten sonra Anoktasına
pelince ^{$v_A = 45 \text{ km/s}$} noktasındaki tünceji pörüp garkıbnaya barılayıp
duruyor. Buna göre

a) $a = ?$

b) $t_{durma} = ?$

c) A ile B arası süre?

d) frene basınca durma mesafesi

$$v_0 = 75 \text{ km/h} = 20,8 \text{ m/s}$$

$$v_A = 45 \text{ km/h} = 12,5 \text{ m/s}$$

a) $(12,5)^2 = (20,8)^2 + 2a(88-0)$

b) $v = v_0 + a t$

$$0 = 20,8 + (-1,6)t \quad t = 13$$

c) $13 - \frac{88}{20,8} = 7,89$

d) $x = 135,2 \text{ m}$

Örnek 1

İfadesi (enerji), c (ışık hızı), λ (dalga boyu uzunluğu), m (kütle), h (Planck sabiti) olarak verile $E = \frac{hc}{\lambda}$ ve $E = mc^2$ ifadelerinden yararlanarak h (Planck sabiti) nin boyutunu bulun ve (SI) sisteminde birimini yazınız.

$$E, c, \lambda, m, h$$

$$h = m \cdot c \cdot \lambda$$

$$\lambda = x = [L]$$

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = mc^2$$

$$= \frac{[M] [L] [L]}{[T]}$$

$$h = \frac{E \cdot \lambda}{c} = \frac{[M] [L]^2}{[T]}$$

NOT!!!

SI $\longrightarrow$ metre, kilogram, saniye

CGS $\longrightarrow$ centimetre, gram, saniye

SI $\longrightarrow$ Newton
CGS $\longrightarrow$ dyne
Joule $\longrightarrow$ erg

b. 1 uzunluğundaki bir basit sarkaç için periyot ifadesi $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ formülü ile verilir. Burada g , yerçekimi ivmesidir. Bu durumda T periyodunun boyutunu ve (SI) birim sistemi için birimini elde ediniz.

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

$$g \longrightarrow a = \frac{[L]}{[T]^2}$$

$$T = \sqrt{\frac{[L]}{[L][T]^2}} = \sqrt{[T]^2}$$

$$T = [T] \longrightarrow \text{saniye}$$

periyot

2. Aşağıda verilen ifade x saniye, x metredir. Buna göre A ve B 'nin boyutlarını ve (SI) birim sistemindeki birimlerini bulunuz.

$$x = A + Bt^2$$

$$[L] = A[T] + B[T]^2$$

$$A[T] = [L]$$

$$A = \frac{[L]}{[T]} = v \text{ (m/s)}$$

$$B[T]^2 = [L]$$

$$B = \frac{[L]}{[T]^2} = a \text{ (m/s}^2\text{)}$$

3. Küp şeklindeki katı bir cismin kütlesi 512μ ve her kenarı $3,27 \text{ cm}$ 'dir. Katı cismin yoğunluğunu (SI) birim sisteminde bulun.

$$m = 512 \mu = 512 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 5,12 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$$

$$a = 3,27 \text{ cm} = 3,27 \cdot 10^{-2} = 32,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{5,12 \cdot 10^{-1}}{(3,27 \cdot 10^{-2})^3} = \frac{5,12 \cdot 10^{-1}}{34,96 \cdot 10^{-6}} = \frac{5,12 \cdot 10^{-1}}{34,96 \cdot 10^{-6}} =$$

4. Aşağıdaki eşitliklerin herpisi boyutsal olarak doğrudur.

a. $v = v_0 + ax$ burada v ve v_0 hız, a ivme, x uzunluk boyutundadır.

$$\frac{[L]}{[T]} = \frac{[L]}{[T]} + \frac{[L]}{[T]^2} \cdot [L]$$

b. $y = y_0 \cdot \cos(kx)$ burada y ve y_0 uzunluk, $k = \frac{1}{\text{uzunluk}}$, x uzunluk boyutundadır.

$$[L] = [L] \cdot \cos\left(\frac{1}{[L]} \cdot [L]\right)$$

5. a. xy düzleminde hareket eden bir parçacık $\vec{F} = 1 + 4\hat{j} \text{ (N)}$ 'lik sabit bir kuvvetin etkisi ile $\Delta \vec{r} = -3\hat{i} + 2\hat{j}$ 'lik yer değişimine uğruyor. $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$ ifadesini kullanarak $\vec{F}$ kuvvetinin yaptığı işi (W) hesaplayınız.

$$\vec{F} = 1 + 4\hat{j} \text{ (N)}$$

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

$$\Delta \vec{r} = -3\hat{i} + 2\hat{j} \text{ (m)}$$

b. Kütlesi 2μ , hızı $\vec{V} = 3\hat{i} - \hat{j} \text{ (m/s)}$ olan bir parçacığın hareketi sırasında kazandığı kinetik enerji $K_e = \frac{1}{2} m v^2$ ifadesini kullanarak hesaplayınız.

$$m = 2 \mu \rightarrow 2 \cdot 10^{-3}$$

$$K_e = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} (3\hat{i} - \hat{j}) (3\hat{i} - \hat{j}) \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

$$\vec{V} = 3\hat{i} - \hat{j} \text{ (m/s)}$$

$$6a. \vec{a} = 3\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$$

$$\vec{b} = -\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k}$$

$$\vec{c} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k} \quad \text{vektörleri verilmiştir.}$$

$$a. \vec{a}(\vec{b} \times \vec{c}) = ?$$

$$(\vec{b} \times \vec{c}) = (-\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k}) \times (2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$= (-\hat{i} \times 2\hat{i}) + (-\hat{i} \times 2\hat{j}) + (-\hat{i} \times \hat{k}) + (-4\hat{j} \times 2\hat{i}) + (-4\hat{j} \times 2\hat{j}) + (-4\hat{j} \times \hat{k})$$

$$+ (2\hat{k} \times 2\hat{i}) + (2\hat{k} \times 2\hat{j}) + (2\hat{k} \times \hat{k})$$

$$(\vec{b} \times \vec{c}) = -2\hat{i} + \hat{i} + 8\hat{i} - 4\hat{i} + 4\hat{j} - 4\hat{j} = 6\hat{i} + 8\hat{j} - 8\hat{j}$$

$$\vec{a}(\vec{b} \times \vec{c}) = 21$$

$$b. \vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c}) = ?$$

$$(\vec{b} + \vec{c}) = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\vec{a} \times (\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}) = (3\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) \times (\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k})$$

$$\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c}) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 3 & -2 \\ 1 & -2 & 3 \end{vmatrix} = 13\hat{i} - (11)\hat{j} + (-9)\hat{k} = 13\hat{i} - 11\hat{j} - 9\hat{k}$$

$$c. \vec{a}(\vec{b} + \vec{c}) = ?$$

$$\vec{b} + \vec{c} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\vec{a} \cdot (\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}) = (3\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) \cdot (\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k})$$

$$= 3 - 6 - 6 = -9$$

7 a. Hız: $\vec{v} = 1,0 \times 10^6 \hat{i} \text{ (m/s)} + 2,0 \times 10^6 \hat{j} \text{ (m/s)} - 2,0 \times 10^6 \hat{k} \text{ (m/s)}$ olan bir proton $\vec{B} = 0,2 \hat{i} \text{ (T)} - 0,3 \hat{j} \text{ (T)} + 0,4 \hat{k} \text{ (T)}$ ile verilen manyetik alan içinde hareket etmektedir. Protona etkiyen kuvvet $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ ifadesini kullanarak hesaplayınız (proton yükü $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{v} = 1,0 \times 10^6 \hat{i} + 2,0 \times 10^6 \hat{j} - 2,0 \times 10^6 \hat{k}$$

$$\vec{B} = 0,2 \hat{i} - 0,3 \hat{j} + 0,4 \hat{k}$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 10^6 & 2 \cdot 10^6 & -2 \cdot 10^6 \\ 0,2 & -0,3 & 0,4 \end{vmatrix} = 0,2 \cdot 10^6 \hat{i} - 0,8 \cdot 10^6 \hat{j} - 0,7 \cdot 10^6 \hat{k}$$

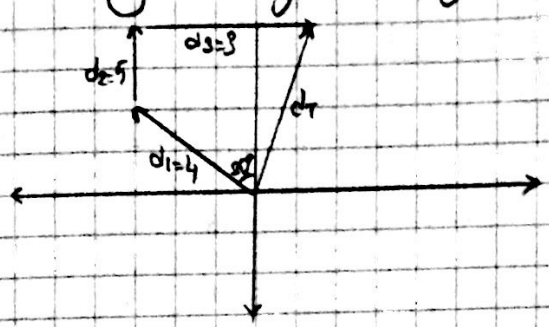
b. $\vec{r} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$ (m) ve $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$ (N) olduğuna göre $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ torkunu bulunuz

$$\vec{r} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k} \text{ (m)} \quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k} \text{ (N)}$$

$$\vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & -2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{vmatrix} = -11\hat{i} + 9\hat{j} + 7\hat{k} \text{ (Nm)}$$

8. Bir çocuk önce kuzey batıya doğru, kuzeyle 20° 'lik açı yaparak 4 km koşuyor. Sonra kuzey yönünde 5 km ve son olarak da doğu yönünde 3 km koşuyor. Çocuğun başlangıç noktasına göre konumunu belirleyiniz.



$$\begin{aligned} d_1 &= 4 \\ d_{1y} &= 4 \cdot \cos 20^\circ \hat{j} \text{ (km)} \\ d_{1x} &= 4 \cdot \sin 20^\circ \hat{i} \text{ (km)} \\ d_2 &= 5\hat{j} \\ d_3 &= 3\hat{i} \end{aligned}$$

$$\vec{r} = d_1 + d_2 + d_3 = (4 \sin 20^\circ + 3)\hat{i} + (4 \cos 20^\circ + 5)\hat{j}$$

9. $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$ ve $\vec{B} = -\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$ ile verilmektedir.

a. $\vec{A}$ vektörü ile $\vec{B}$ vektörü arasındaki açıyı bulunuz.

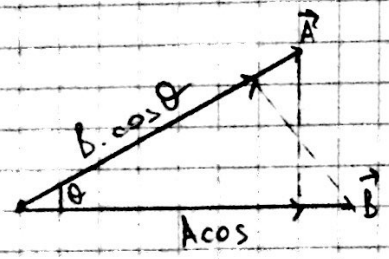
$$\begin{aligned} A \cdot B &= |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos \theta \\ 3 + 12 &= 5 \cdot \sqrt{14} \cdot \cos \theta \end{aligned}$$

$$\cos \theta = \frac{9}{5\sqrt{14}}$$

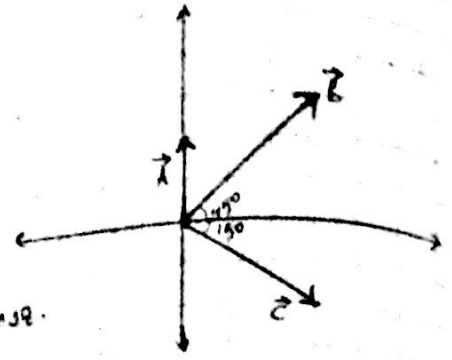
b. $\vec{A}$ vektörünün $\vec{B}$ vektörü üzerindeki $\vec{B}$ vektörünün $\vec{A}$ vektörü üzerindeki redüksiyonlarını bulunuz.

$$\vec{A} \cdot \vec{B} \text{ üzerindeki dik redüksiyonu: } \vec{A} = (3\hat{i} + 4\hat{j}) (\cos \theta)$$

$$\vec{B} \cdot \vec{A} \text{ üzerindeki dik redüksiyonu: } \vec{B} = (-\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) (\cos \theta)$$



10. 3 vektör aynı kökeni aynı yöne sahiptir.
 $|\vec{A}| = 20$ birim, $|\vec{B}| = 40$ birim ve $|\vec{C}| = 30$ birim
ve



a. Bileşke vektörün x ve y bileşenleri bulunur.

$$\vec{A} = 20 \hat{j}$$

$$\vec{B} = 40 \cos 45^\circ \hat{i} + 40 \sin 45^\circ \hat{j}$$

$$\vec{C} = 30 \cos 15^\circ \hat{i} + 30 \sin 15^\circ \hat{j}$$

$$\vec{R} = \underbrace{49.5}_{R_x} \hat{i} + \underbrace{27.1}_{R_y} \hat{j}$$

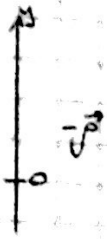
b. Bileşke vektörün büyüklüğünü ve yönünü bulunur.

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 56.4$$

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{R_y}{R_x} = \frac{27.1}{49.5}$$

$$\alpha = 28.7^\circ$$

SERBEST DÜŞME

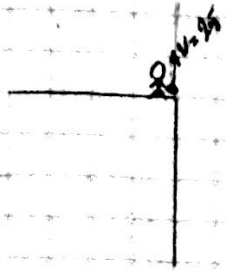


$$y = y_0 + v_0 t \pm \frac{1}{2} g t^2$$

$$v = v_0 \pm g t$$

$$v^2 = v_0^2 \pm 2 g \Delta y$$

Örnek



a. $t_A = ?$

$$y = y_0 + v_0 t_A - \frac{1}{2} g t_A^2$$

$$25 = 0 + 10 t_A - \frac{1}{2} 10 t_A^2$$

$$t_A^2 - 2 t_A + 5 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \Delta = b^2 - 4ac$$

$$t_1 = 1,38 \quad t_2 = 3,62$$

NOT!!! 2. dereceden denklemler

1. Köklerin biri + biri - olabilir. + olan kabul edilir.

2. Köklerin ikisi de + ise küçük olan kabul edilir.

3. Köklerin ikisi de - ise hata vardır.

b. $t_B = ?$

$$y = y_0 + v_0 t_B - \frac{1}{2} g t_B^2$$

$$t_B^2 - 2 t_B - 5 = 0$$

Örnek Bir tataran xy düzleminde hareket ediyor.

$$x(t) = -0,31t^2 + 7,2t + 28 \text{ (m)}$$

$$y(t) = 0,22t^2 - 9,1t + 30 \text{ (m)}$$

a. $\vec{v} = ?$

$$\vec{v} = (-0,62t + 7,2)\hat{i} + (0,44t - 9,1)\hat{j}$$

$$v = \sqrt{0,58t^2 - 16,9t + 135}$$

b. $\vec{a} = ?$

$$\vec{a} = -0,62\hat{i} + 0,44\hat{j} \quad a = \sqrt{(-0,62)^2 + (0,44)^2}$$

İki Boyutta Sabit Hızlı Hareket

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$x: a_x = \text{sabit}$$

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

$$\vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j}$$

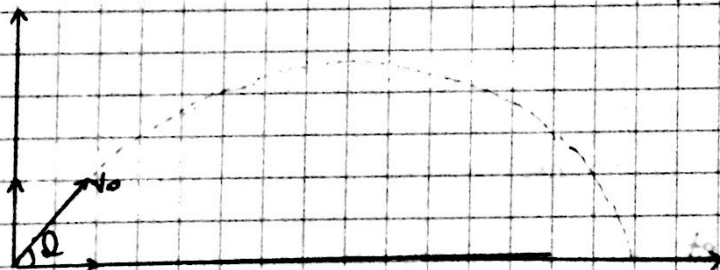
$$x = x_{0x} + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$$

$$y: a_y = \text{sabit}$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t$$

$$y = y_{0y} + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$$

Fall Atış Hareketi:



x ekseninde sabit hızlı hareket yapar.

$$a_x = 0 \quad v_{0x} = v_x = \text{sabit}$$

$$x = x_0 + v_x t$$

y ekseninde serbest düşmeye benzer

$$a_y = -g$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} x - \frac{g}{2v_{0x}^2} x^2 + y_0$$

Tepe Noktası

$$0 = v_{0y} - gt$$

$$t_{\text{tepe}} = \frac{v_{0y}}{g}$$

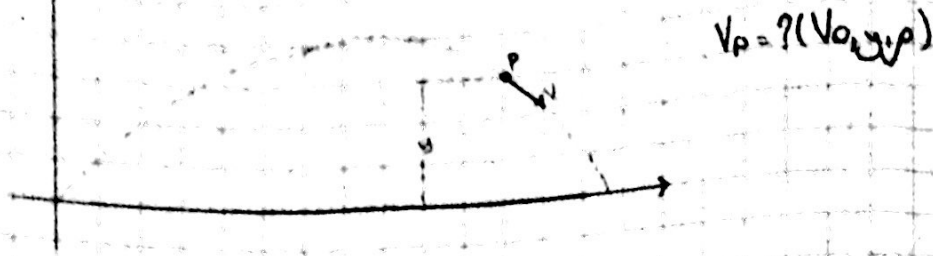
$$t_{\text{maks}} = \frac{2v_{0y}}{g}$$

Menek

$$R = v_{0x} t$$

$$y_{\text{max}} = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

Örnek:



$$v = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

$$v^2 = v_{0x}^2 + v_y^2$$

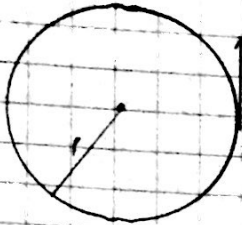
$$v^2 = v_{0x}^2 + (v_{0y} - \mu t)^2$$

$$v^2 = \underbrace{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}_{v_0^2} + \mu^2 t^2 - 2 v_{0y} \mu t$$

$$v^2 = v_0^2 - 2 \mu (v_{0y} t - \frac{1}{2} \mu t^2)$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2 \mu y}$$

Dairesel Hareket



yörünge boyunca dairesel hız değişiyorsa;

Değişken dairesel hareket

yörünge boyunca dairesel hız değişmiyorsa

Düzensiz dairesel hareket

Düzensiz Dairesel Hareket

Düzensiz Dairesel Hareket $v = \text{sabit} \Rightarrow a = 0$ Düzensiz Dairesel Hareket $v = \text{sabit} \Rightarrow a \neq 0$ Periyot: $T \rightarrow s$ Frekans: $f = \frac{1}{T} \rightarrow \frac{1}{s}$

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

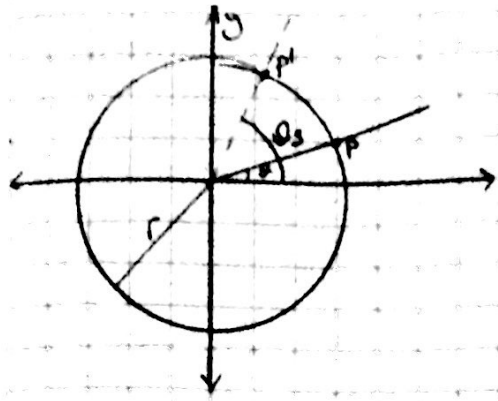
$$T \cdot f = 1$$

Açısal Hız (ω)

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{0^\circ}{s} = \frac{\text{Rad}}{s}$$

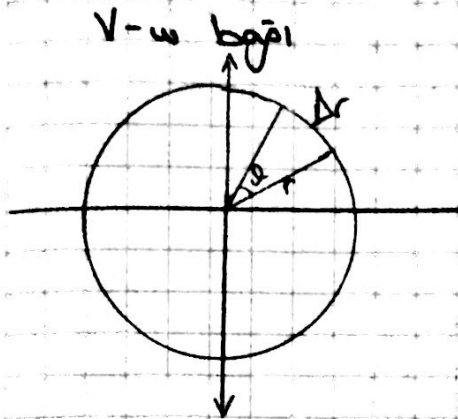
$$2\pi \text{ Rad} = 360^\circ$$

$$\theta_{\text{son}} = \theta_i + \omega t$$



$$x = r \cos \theta = r \cos(\theta_1 + \omega t)$$

$$y = r \sin \theta = r \sin(\theta_1 + \omega t)$$



$$\frac{\Delta r}{\Delta t} = r \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

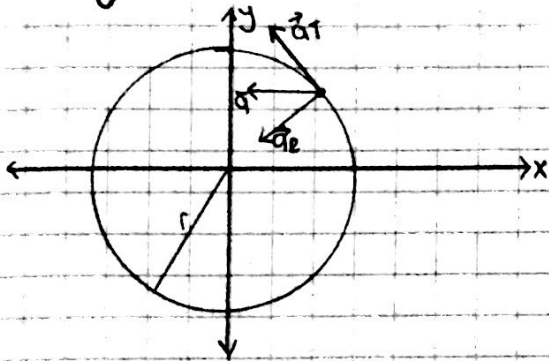
$$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$V = r \omega$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r}$$

Değişken $\vec{a}$ (dairesel Hareket)



$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_c$$

$$a^2 = a_t^2 + a_c^2$$

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Örnek: Bir tren yarısapı 150m olan yingir dönerken önce 90 km/h den 50 km/h'ye indiriyor 50 km/h'da $\vec{a}$ kaçtır?

$$V_{ilk} = \frac{90 \cdot 10^3}{3600} = 25 \text{ m/s}$$

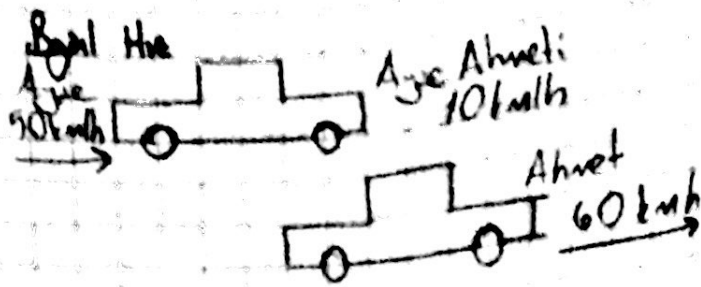
$$V_{son} = \frac{50 \cdot 10^3}{3600} = 13,9 \text{ m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(13,9)^2}{150} = 1,29 \text{ m/s}^2$$

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{13,9 - 25}{15} = -0,74 \text{ m/s}^2$$

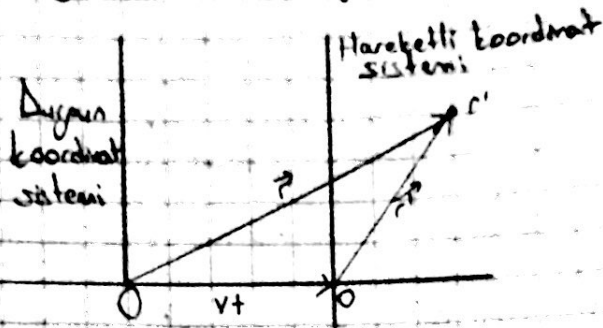
$$a = \sqrt{a_c^2 + a_t^2} = 1,48 \text{ m/s}^2$$

$$\tan \theta = \frac{a_t}{a_c} \quad \theta = 80^\circ$$



Ayşe Nihal Ahmeti
Nihal 60 km/h

Galile Dönüşümleri



$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{v}t$$

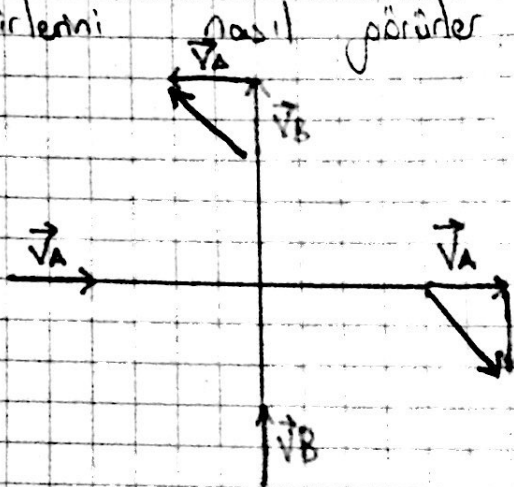
$$\vec{r}' = \vec{r} - \vec{v}t$$

$$\frac{d\vec{r}'}{dt} = \frac{d\vec{r}}{dt} - \vec{v}$$

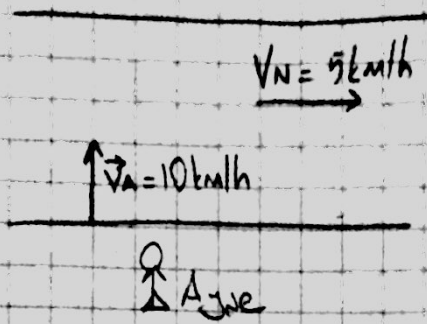
$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{v}_0$$

$$\frac{d\vec{v}'}{dt} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 0 \quad \vec{a}' = \vec{a}$$

Örnek Ayşe ve Bora Ayşe Batıdan Bora ise Güneyden başlamak üzere kayıyor başlangıç noktasını geçtikten sonra birbirlerini nasıl görürler



Örnek Ahmet akın hızı 5 km/h olan nehire dik olarak 10 km/h hızla yüzmeye başlıyor. Kıyıdaki Ayşe'ye göre Ahmet'in hızı kaçtır

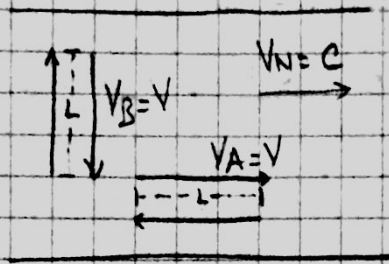


Ayşe'ye göre hız = Yüzme hızı

$$V_{\text{yer}} = \sqrt{V_A^2 + V_N^2}$$

$$V_{\text{yer}} = \sqrt{10^2 + 5^2} = 11,1 \text{ km/h}$$

Örnek



Ayşe'ye Bora belirtilen yönde eşit V hızıyla akıntı hızı c olan nehirde yüzyor. Jantı kaç kazanır?

$$t_{1B} = \frac{L}{V}$$

$$t_{2B} = \frac{L}{V}$$

$$t_B = \frac{2L}{V}$$

$$t_{1A} = \frac{L}{V+c}$$

$$t_{2A} = \frac{L}{V-c}$$

$$t_A = t_{1A} + t_{2A} = L \left(\frac{V-c}{V^2-c^2} + \frac{V+c}{V^2-c^2} \right) = \frac{2L}{V^2-c^2}$$

$$\frac{2LV}{V^2-c^2} > \frac{2L}{V}$$

$t_A > t_B$ ise Bora kazanır.

Not!!! Bir cismin göre göre hızı hesaplanırken diğer tüm etkenler toplanır.

$$V_{\text{yer}} = V_{\text{cisim}} + V_{\text{akıntı}} + V_{\text{akıntı}} + \dots$$

1. $x(t) = 3t^2$ denkleminin göre x-ekseni üzerinde hareket eden

bir parçacığın

a. $t=3s$ ile $t=4s$ arasında ortalama hızını bulunuz.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$\begin{array}{l} t=3s \text{ için} \rightarrow x_3 = 9m \\ t=4s \text{ için} \rightarrow x_4 = 32m \end{array}$$

$$\bar{v} = 23 \text{ m/s}$$

b. $t=3$ ve $t=4s$ 'deki anı hızlarını bulunuz.

$$v = \frac{dx}{dt} = 6t - 4$$

$$t=3s \rightarrow v_3 = 3 \cdot 3^2 - 4 \cdot 3 = 15 \text{ m/s}$$

$$t=4s \rightarrow v_4 = 3 \cdot 4^2 - 4 \cdot 4 = 32 \text{ m/s}$$

$$v(t) = 6t - 4$$

c. $t=3s$ ile $t=4s$ arasındaki ortalama ivmesini bulunuz.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow \bar{a} = \frac{32 - 15}{4 - 3} = 17 \text{ m/s}^2$$

$$\bar{a} = \frac{v(4) - v(3)}{4 - 3}$$

d. $t=3s$ ve $t=4s$ 'deki anı ivmelerini bulunuz.

$$a = \frac{dv}{dt} = 6t - 4$$

$$t=3s \text{ için} \Rightarrow a_3 = 14 \text{ m/s}^2$$

$$t=4s \text{ için} \Rightarrow a_4 = 20 \text{ m/s}^2$$

$$a(t) = 6t - 4$$

2. Bir tren sıfır hız ile başlayarak sabit bir ivmeyle hareket etmektedir. Hareketi sırasında bir an hız 30 m/s iken $160m$ sonra hız 50 m/s olur.

a. Trenin ivmesini bulunuz.

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a \Delta x$$

$$50^2 = 30^2 + 2a(160 - 0)$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

b. Trenin 160m'lik yolu katetmesi için geçen zamanı hesaplayınız.

$$V_s = V_i + at$$

$$t = 4s$$

$$V_2 = V_1 + at_2$$

c. Başlangıçtan 30 m/s'lik hıza erişinceye kadar geçen zamanı hesaplayınız.

Başlangıçtan itibaren geçen süre t_1

$$t_1 = \frac{V_1 - V_0}{a} = 6s$$

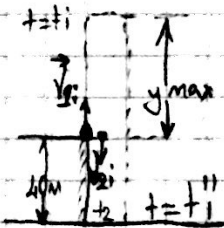
d. Başlangıçtan 30 m/s'lik hıza erişinceye kadar katettiği yolu hesaplayınız.

$$x_s = x_i + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x_1 = 90m$$

$$x_1 = 0 + 0 + \frac{1}{2} 5 \cdot 6^2$$

3. Bir taş 40m yükseklikteki bir binanın tepesinden 10 m/s'lik hızla yukarıya doğru fırlatılmıştır. İkinci bir taşın, fışkıllan ilk taş ile aynı anda yere düşmesi için, aynı binanın tepesinden ne kadar zaman sonra serbest bırakılması gerekir? $g = 9,8 m/s^2$



$$V_s = V_i + at \quad (a = -g)$$

$$V_s = V_{1i} - g t_i = 0$$

$$t_i = 1,02s$$

$$y_s = y_i + V_{yi} t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$y_{max} - 0 = 10 \cdot 1,02 + \frac{1}{2} (-9,8) (1,02)^2$$

$$y_{max} = 9,1m$$

1. taşın max yükseklikten

$$t_1 = t_i + t_1' = 4,05s$$

yere düşmesi için geçen zaman;

$$40 + 9,1 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t_1'^2$$

$$t_1' = 3,03s$$

1. taşın havada
geçirdiği zaman

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

2. taş 1. taş atıldığından

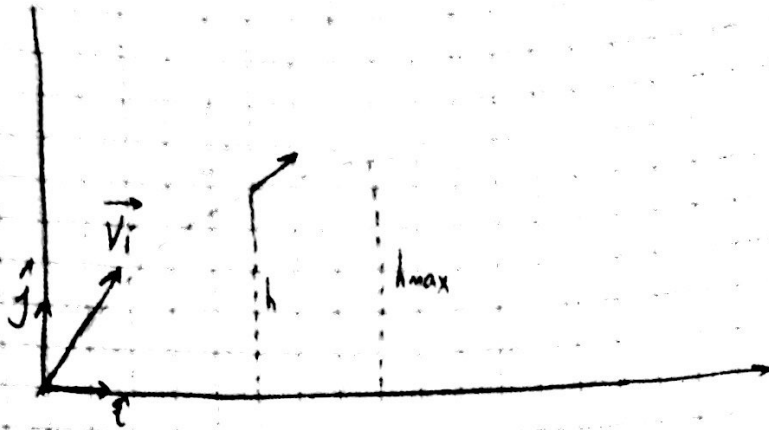
ikinci taş

$$40 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 t_2^2$$

$$t_2 = 2,85s$$

4. Yerden belli bir açı ile atılan bir topun 3m yükseklikte
 hızı $\vec{v} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$ (m/s) ise $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

a. Topun hızını ve atış açısını bulunuz



$$\vec{v} = 4\hat{i} + 3\hat{j} \text{ (m/s)} = v_{ix}\hat{i} + v_{iy}\hat{j}$$

$$v_x = 4 \text{ m/s} \quad v_y = 3 \text{ m/s}$$

$$v_y^2 = v_{iy}^2 - 2gh$$

$$v_{iy} = 8,2 \text{ m/s}$$

$$v_x = v_{ix} = \text{sabit}$$

$$v_{ix} = 4 \text{ m/s}$$

$$v_i = \sqrt{v_{iy}^2 + v_{ix}^2}$$

$$v_i \approx 9,2 \text{ m/s}$$

$$v_x = v_i \cos \theta \quad \text{veya} \quad v_y = v_i \sin \theta$$

$$\theta = 64,2^\circ$$

b. Atışın maksimum yüksekliği bulunuz

$$h_{\max} = \frac{v_{iy}^2}{2g} \Rightarrow h_{\max} = 3,4 \text{ m} \quad (v_y = 0)$$

c. Atışın yatay mesafesi bulunuz.

$$R = \frac{v_i^2 \cdot \sin 2\theta}{g} \Rightarrow R \approx 6,8 \text{ m}$$

d. Hava süresini bulunuz.

$$h_{\max} \text{ için } v_y = 0$$

$$v_y = v_{iy} - g t_{\text{air}} \Rightarrow t_{\text{air}} = v_{iy}/g$$

$$t_{\text{uçuş}} = 2 t_{\text{air}} \Rightarrow t_{\text{uçuş}} = 1,7 \text{ s}$$

5. Yarıçapı 200 m olan bir yolda 108 km/saat hızla giren bir otomobil, hızını 150 m içerisinde düşürüp, olarak 72 km/saatle dışarıya çıkar. Otomobilin dönme sürecindeki 100 m sonraki teğetsel, merkezci (radyal) ve toplam ivme değerlerini bulunuz.

$$V_i = 108 \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 108 \cdot \frac{10^3}{3600} \text{ m/s}$$

$$V_s = 72 \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 72 \cdot \frac{10^3}{3600} = 20 \text{ m/s}$$

$$V_s^2 = V_i^2 + 2a(x_s - x_i)$$

↳ at (hareket süresi sabit)

$$a = -1,7 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

100 m sonraki hızı (V');

$$V'^2 = V_i^2 + 2a(x_s - x_i)$$

$$V' = 23,7 \text{ (m/s)}$$

$$a_r = \frac{V'^2}{r}$$

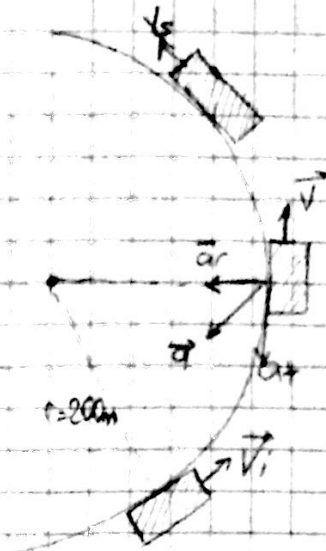
$$a_r = \frac{560}{200}$$

$$a_r = 2,8 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_t$$

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2}$$

$$\vec{a} \approx 3,3 \text{ (m/s}^2\text{)}$$



6. Bir parçacık x-y düzleminde, merkezi orijin olan 0,60 m yarıçaplı bir çember üzerinde, 2 s'lik periyot ile saat ibresinin ters yönünde dönmektedir.

a. Parçacık çemberin ilk dörtte birinde bulunan $x = 0,48 \text{ m}$ noktasındayken hızın x ve y bileşenleri nedir?

$$\vec{r} = r \cos \theta \hat{i} + r \sin \theta \hat{j}$$

$$\theta = \frac{d\theta}{dt} = \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi \text{ rad/s}$$

şekilden

$$x_1 = r \cos \theta_1$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = r(-\sin \theta \hat{i} + \cos \theta \hat{j})$$

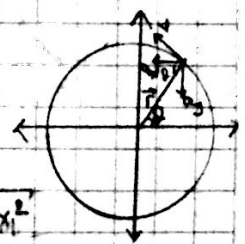
$$V_x = -\dot{\theta} r \sin \theta_1 = -\pi r \sin \theta_1$$

$$V_y = +\dot{\theta} r \cos \theta_1 = +\pi r \cos \theta_1$$

$$V_x = \pi r^2 - x_1^2 = -1,13 \text{ (m/s)}$$

$$V_y = \pi x_1 = 1,51 \text{ (m/s)}$$

Scanned by CamScanner



b) Aynı anda hareketli hareket x ve y bileşenleri nedir?

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = -r\dot{\theta}^2(\cos\theta_1\hat{i} + \sin\theta_1\hat{j})$$

$$a_x = -\pi^2 r \cos\theta_1 = -4,74 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a_y = -\pi^2 r \sin\theta_1 = -\pi^2 \sqrt{r^2 - x^2} = -8,55 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

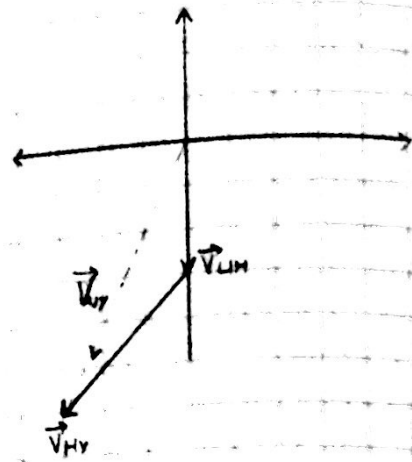
7. Bir uçak püneye doğru, havaya göre 35 m/s hızla yol almaktadır. Uçağın bulunduğu tepeside yere göre 10 m/s hızında püneye doğru esen bir hava akımı (rüzgar) vardır. Vektör diyagramı çizerek, uçağın yere göre hızını ve yönünü bulunuz.

V_{UH} : uçağın havaya göre hızı

V_{HV} : havanın yere göre hızı

V_{UV} : uçağın yere göre hızı

$$\vec{V}_{UV} = \vec{V}_{UH} + \vec{V}_{HV}$$



$$\vec{V}_{UH} = (V_{UH})_x \hat{i} + (V_{UH})_y \hat{j} \Rightarrow \vec{V}_{UH} = -35 \hat{j} \text{ (m/s)}$$

$$\vec{V}_{HV} = (V_{HV})_x \hat{i} + (V_{HV})_y \hat{j} \Rightarrow \vec{V}_{HV} = -7,07 \hat{i} - 7,07 \hat{j} \text{ (m/s)}$$

$$\vec{V}_{UV} = -35 \hat{j} + (-7,07 \hat{i} - 7,07 \hat{j})$$

$$\vec{V}_{UV} = -7,07 \hat{i} - 42,07 \hat{j} \text{ (m/s)}$$

$$V_{UV} = \sqrt{(-7,07)^2 + (-42,07)^2} = 42,66 \text{ m/s}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{-7,07}{-42,07} \right)$$

$$\phi = 9,6^\circ$$

püneye doğru, püneye $9,6^\circ$ açı yapacak şekilde hareket ediyor.

8. Bir tenis topu, yerden 1m yükseklikteki bir noktadan 25 m/s'lik bir hızla ve yatayla 37° açı yapacak şekilde atılıyor. Hava sürtünmesi deneşmenmemektedir.

a. Topun, atılma yönünden 80m yatay mesafekte durmakta olan ve top atılmadan 1s önce topa doğru sabit bir hızla hareket eden bir oyuncunun, topu yerden 1m yükseklikte yakalayabilmesi için hızı ne olmalıdır

$$V_{ix} = V_i \cos 37 = 20 \text{ m/s}$$

$$V_{iy} = V_i \sin 37 = 15 \text{ m/s}$$

B noktası

$$V_y = V_{iy} - g \cdot t_{\text{atılma}}$$

$$t_{\text{atılma}} = \frac{3}{2} \text{ s}$$

$$R = V_{ix} \cdot t_{\text{atılma}} = V_{ix} \cdot 2 \cdot \frac{3}{2} = 60 \text{ m}$$

bu sonuca göre çocuk menzile dışarda $\Delta x = 80 - 60 = 20 \text{ m}$ kalmalı

$$t_{\text{aocuk}} = t_{\text{atılma}} + 1 = 4 \text{ s}$$

oocunun hareket denklemleri $V_i = 0$

$$\Delta x = \frac{1}{2} a_{\text{ocuk}} \cdot t_{\text{aocuk}}^2 \rightarrow a_{\text{ocuk}} = 2.5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

b. Topun, en yüksek noktaya ulaştığı anındaki konum vektörünü, topun atıldığı noktayı koordinat sisteminin başlangıcı (orijin) noktası kabul ederek yazalım ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

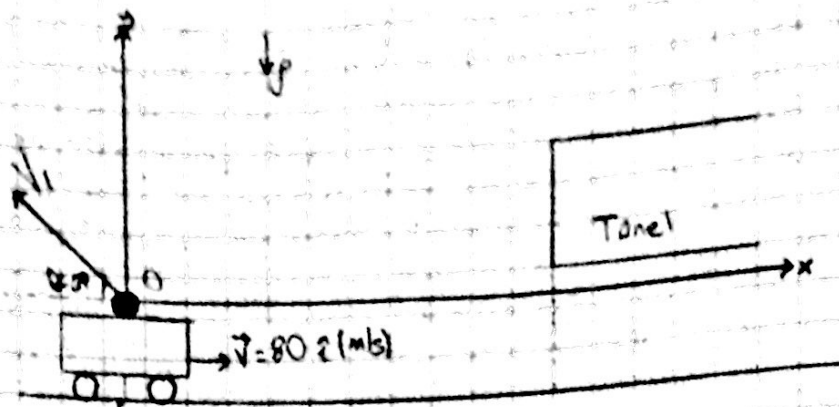
B noktasının koordinatları: $B\left(\frac{R}{2}, y_{\text{max}}\right)$

$$V_y^2 = V_{iy}^2 - 2g y_{\text{max}} = 0$$

$$y_{\text{max}} = \frac{V_{iy}^2}{2g} = 11.25 \text{ m}$$

$$\vec{r}_B = 30\hat{i} + 11.25\hat{j} \text{ (m)}$$

9.



80 i (m/s) sabit hızla giden bir araçtan, araç sekile P noktasına geldiğinde araca göre xy düzleminde sekilde gösterilen yönde $v_0 = 50$ (m/s) ilk hızıyla hızla bir top atılıyor. Araç 320m ötede bir tünele giriyor. (Sürtünmeler önemsenmiyor.)

a. Topun yere göre hızını birim vektörler cinsinden bulunuz.

$\vec{V}_{Tx}$: topun yere göre hızı

$\vec{V}_{TA}$: topun arabaya göre hızı

$\vec{V}_{Ay}$: aracın yere göre hızı

$$\vec{V}_{Tx} = \vec{V}_{TA} + \vec{V}_{Ay}$$

$$\vec{V}_{TA} = (-40\hat{i} + 30\hat{j}) \text{ m/s}$$

$$\vec{V}_{Ay} = 80\hat{i} \text{ (m/s)}$$

$$\vec{V}_{Tx} = 40\hat{i} + 30\hat{j} \text{ (m/s)}$$

b. Araç tünele girdiği anda topun O noktasına göre c koordinat vektörünü birim vektörler cinsinden bulunuz. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Araç tünele $t = \frac{x}{v} = 320/80 = 4 \text{ s}$ sonra girer

Topun O noktasına göre konumu

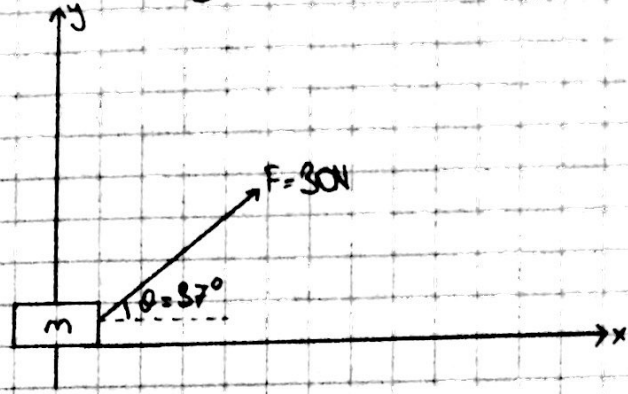
$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$x = (V_{Tx})_x \cdot t = 160 \text{ m}$$

$$\vec{r} = 160\hat{i} + 60\hat{j} \text{ m}$$

$$y = (V_{Ty})_y \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 = 10 \text{ m}$$

10. m kütleli bir parçacık sürtünmesiz yatay xz düzleminde bulunmaktadır. xy düzleminde kalen sabit $F=30\text{N}$ 'luk kuvvetin etkisinde, $t=0$ anında 0 noktasından +x yönünde harekete başlıyor. Parçacığın aldığı yol $x=8t^2+2t$ bağıntısı ile veriliyor. Burada x metre, t saniye cinsindendir.



a. Parçacığın m kütleli, $t=0$ anındaki hızını ve ivmesini bulunuz.

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m} \Rightarrow \sum \vec{F} = F \cdot \cos 37^\circ \cdot \hat{i}$$

$$\sum \vec{F}_x = 30 \cdot 0,8 \hat{i} = 24 \hat{i} \text{ (N)}$$

$$\vec{a}_x = \frac{d\vec{v}}{dt} = 6 \hat{i} \text{ m/s}^2, \quad \vec{v}_x = \frac{d\vec{x}}{dt} = 6t + 2 \hat{i} \text{ (m/s)}$$

$$m = \frac{|\sum \vec{F}|}{a_x} = 4 \text{ kg} \quad t=0 \text{ anında } v_0 = 2 \text{ m/s}$$

b. Parçacık $t=0$ anından itibaren 33 m yol aldığı anda hızı ne olur?

$a = \text{sabit}$

$$v_s^2 = v_0^2 + 2a_x x \quad \begin{matrix} \rightarrow v_0 = 2 \text{ (m/s)} \\ \rightarrow a = 6 \text{ (m/s}^2\text{)} \\ \rightarrow 33 \text{ (m)} \end{matrix} \Rightarrow v_s = 20 \text{ m/s}$$

veya

$$x = 8t^2 + 2t$$

$$33 = 8t^2 + 2t$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$v_s = \frac{dx}{dt} = 6t + 2 \Rightarrow v_s = 20 \text{ m/s}$$

NEWTON'UN HAREKET KANUNU

Kuvvet (Etki)

Vektörel

$$F \rightarrow N$$

Dinamometre

Kütle

$$m \rightarrow k$$

Değişmez

$$m_{ayr} = m_{ay}$$

Ağırlık

$$F = m \cdot g$$

Dünyada ve Ayda baska

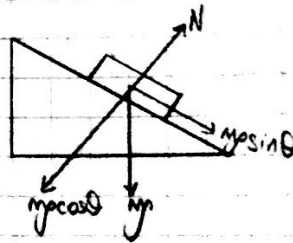
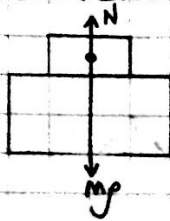
1. Yasa (Eylemsizlik)

Cisimlerin durumunu koruma istenidir.

2. Yasa (Temel Yasa)

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

3. Yasa (Etki - Tepki)



Problemleri çözerek

1. Şekil çiz

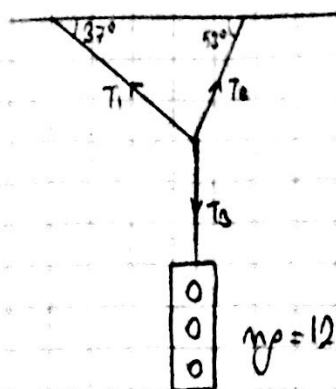
2. Her cismin ayrı ayrı serbest cisim diagramlarını (SED) çiz.

$$3. \Sigma F_x = \dots \quad \Sigma F_y = \dots$$

4. Denklemleri çöz

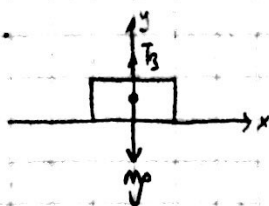
5. Kontrol et.

Örnek



Sistem dengede

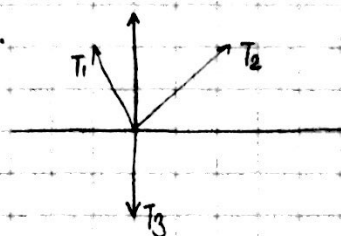
1.



$$\Sigma F_y = T_3 - mg = 0$$

$$T_3 = 125 \text{ N}$$

2.



$$\Sigma F_x = T_1 \cos 37^\circ - T_2 \cos 53^\circ = 0$$

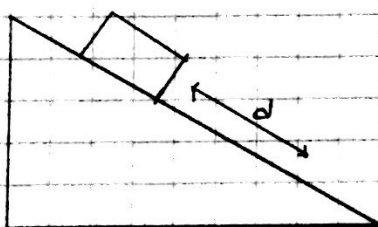
$$\Sigma F_y = T_1 \sin 37^\circ + T_2 \sin 53^\circ - T_3 = 0$$

$$T_1 \approx 75 \text{ N}$$

$$T_2 \approx 100 \text{ N}$$

$$T_3 \approx 125 \text{ N}$$

Örnek



Sürtünme yok

$$a = ? \quad t = ? \quad v = ?$$

$$\Sigma F_x = mg \sin \theta = ma$$

$$a = g \sin \theta$$

$$d = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}$$

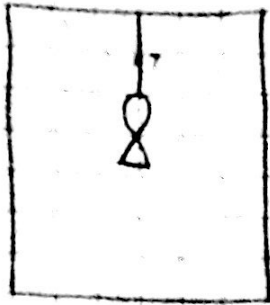
$$v^2 = 2ad$$

$$v = \sqrt{g d \sin \theta}$$

$$\Sigma F_x = N - mg \cos \theta = 0$$

Örnek

Asansördeki Balık



1. $a=0$ iken $T=?$

$$\sum F_y = T - m_p = 0 \quad T = m_p$$

2. $\vec{a}$ yukarıya doğru iken $T=?$

$$\sum F_y = T - m_p = m a$$

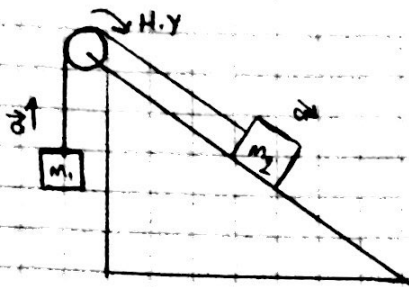
$$T = m a + m_p$$

3. $\vec{a}$ aşağıya doğru iken $T=?$

$$\sum F_y = m_p - T = m a$$

$$T = m_p - m a$$

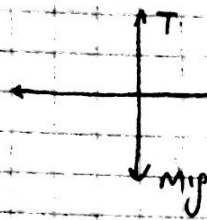
Örnek



$T=? \quad a=?$

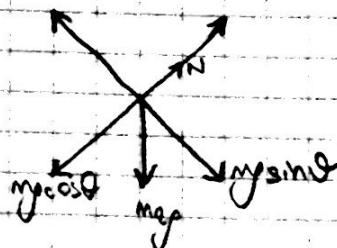
m_1, m_2 (0, μ consider)

(m_1)



$$\sum F_y = T - m_1 g = m_1 a$$

(m_2)



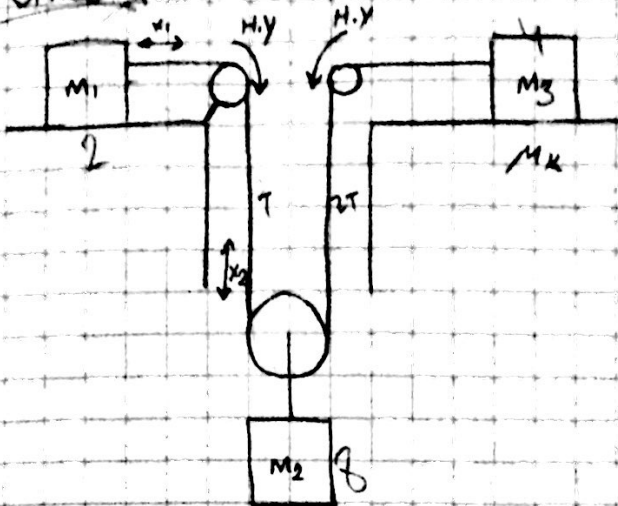
$$\sum F_x = m_2 g \sin \theta - T = m_2 a$$

$$\sum F_y = N - m_2 g \cos \theta = 0$$

$$a = \frac{m_2 g \sin \theta - m_1 g}{m_1 + m_2}$$

$$T = m_1 g \sin \theta - m_2 \left(\frac{m_2 g \sin \theta - m_1 g}{m_1 + m_2} \right)$$

Örnek



$$m_1 = 2 \text{ kg}$$

$$T = ?$$

$$m_2 = 8 \text{ kg}$$

$$a_1 = ?$$

$$m_3 = 4 \text{ kg}$$

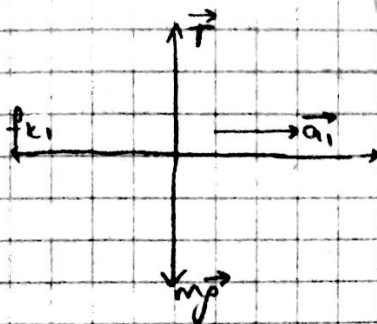
$$a_2 = ?$$

$$\mu_k = 0.2$$

$$a_3 = ?$$

$$\mu_k = 1/2$$

(m1)



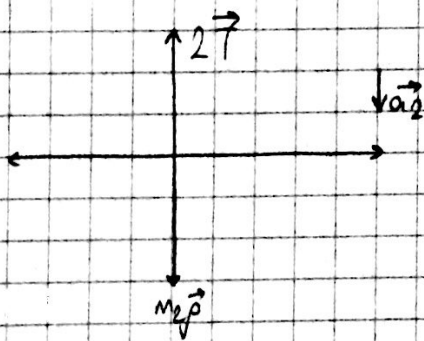
$$\sum F_x = T - F_{k1} = m_1 a_1$$

$$\sum F_y = N_1 - m_1 g = 0$$

$$l = x_1 + 2x_2 + 2x_3$$

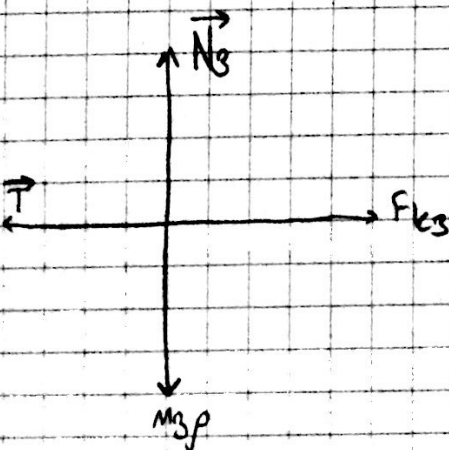
$$0 = a_1 + 2a_2 - a_3$$

(m2)



$$\sum F_y = m_2 g - 2T = m_2 a_2 \quad a = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

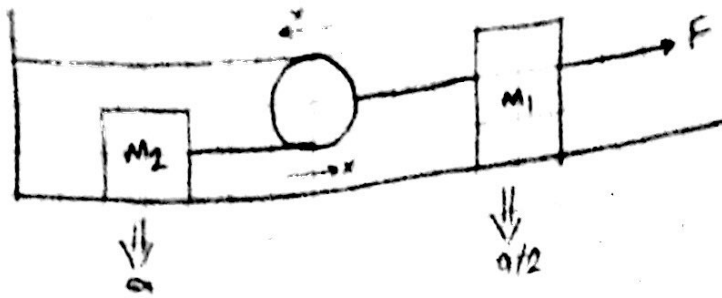
(m3)



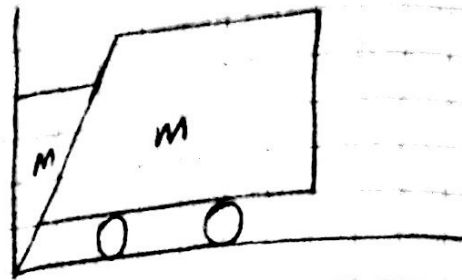
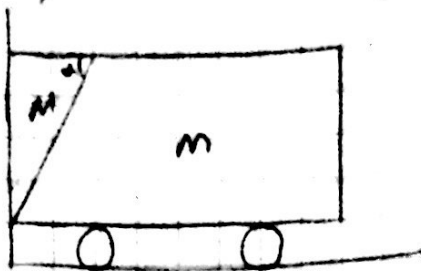
$$\sum F_x = T - F_{k3} = m_3 a_3 \quad T \approx 24 \text{ N} \quad a_2 \approx 1 \text{ m/s}^2$$

$$\sum F_y = N_3 - m_3 g = 0 \quad a_1 \approx 7 \text{ m/s}^2 \quad a_3 \approx 1 \text{ m/s}^2$$

Ex 1



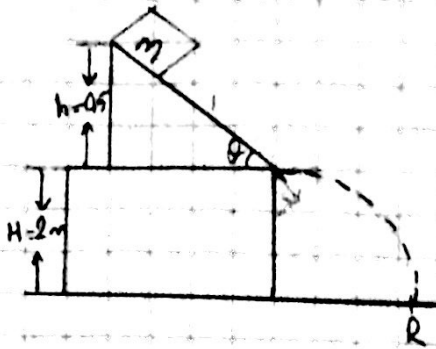
Ex 2



$$a_{mx} = \frac{\tan \alpha \cdot m g}{M + m + \tan^2 \alpha}$$

UYGULAMALAR 3

1.



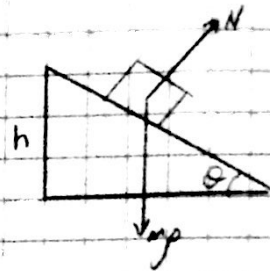
$m=2\text{ kg}$ kütleli bir blok 30° 'deki eğik düzlem tepesinden ($h=0.5\text{ m}$ yükseklikten) serbest bırakılıyor. Sürtünmesiz eğik düzlem $H=2\text{ m}$ yüksekliğinde masaya tutturulmuştur. ($g=10\text{ m/s}^2$)

a) Blokun ivmesini bulunuz.

$$\sum F_x = mg \sin \theta = ma, \quad a_x = a \text{ alındı}$$

$$\sum F_y = N - mg \cos \theta = 0$$

$$a = g \sin \theta = 10 \cdot \sin 30 = 5 \text{ m/s}^2$$



b) Blokun eğik düzlemi terk etme anındaki hızı nedir?

$$v^2 = v_0^2 + 2ax \quad ; \text{ geometri } \sin \theta = \frac{h}{x} \quad x = 1\text{ m}$$

$$v_i^2 = 0 + 2 \cdot 5 \cdot 1$$

$$v_i^2 = 10 \quad \rightarrow \quad v_i = 3.16 \text{ m/s}$$

c) Blok zemine masadan ne kadar uzakta düşer?

$$R = v_{ix} t \quad ; \quad y - y_i = v_{iy} t - \frac{1}{2} g t^2$$

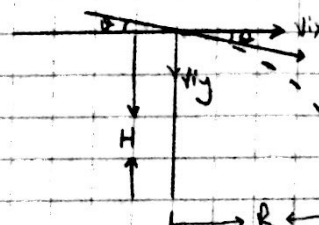
$$-H = (-v_i \sin \theta \cdot t) - \frac{1}{2} 10 \cdot t^2$$

$$5t^2 + 1.6t - 2 = 0$$

$$t = 0.49\text{ s}$$

$$R = v_i \cos \theta \cdot t = 3.16 \cdot \cos 30 \cdot 0.49$$

$$R = 1.36\text{ m}$$



d. Blok zemine garpına kastre geçen süre nedir?

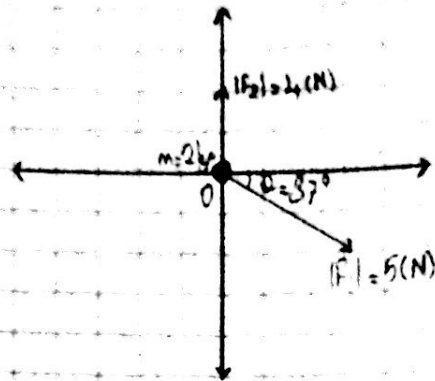
x. mesafesinin aldığı zaman $\rightarrow V = V_0 + a_1 t_1 = 0,64 (s)$

H mesafesinin aldığı zaman $\rightarrow t_2 = 0,49 (s)$

$$t_{toplam} = 0,64 + 0,49$$

$$t_{toplam} = 1,13 (s)$$

2.



Şekildeki 2 kg kütleli bir cisim xy düzleminde büyüklükleri $|F_1| = 5 (N)$ ve $|F_2| = 4 (N)$ olan sabit iki kuvvetin etkisi altında hareket etmektedir. $t=0$ anında cisim O noktasında olup hızı $\vec{v}_{ilk} = 2\hat{i} + \hat{j} (m/s)$ dir.

a. Parçacığın hızını ve 2s sonraki konumunu birim vektörler cinsinden bulunuz.

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$$

$$\sum \vec{F} = \sum F_x \hat{i} + \sum F_y \hat{j}$$

$$\sum \vec{F} = 5 \cdot \cos 37^\circ \cdot \hat{i} + [4\hat{j} - 5 \cdot \sin 37^\circ \cdot \hat{j}]$$

$$\sum \vec{F} = 4\hat{i} + \hat{j}$$

$$\vec{a} = \frac{4\hat{i} + \hat{j}}{2} = 2\hat{i} + 0,5\hat{j} (m/s^2)$$

$$\vec{r}_{son}(t) - \vec{r}_{ilk}(t) = \vec{v}_{ilk} t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \vec{r}_{ilk}(t) = 0$$

$$t = 2 (s) \text{ için}$$

$$\vec{r}_{son}(t) = 8\hat{i} + 3\hat{j} (m)$$

b) 2s sonra parabolün konumu vektörü ile hız vektörü arasındaki açıyı hesaplayınız

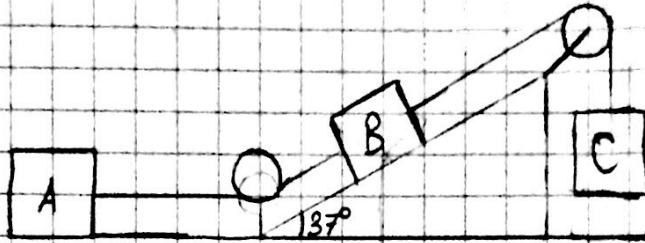
$$2s \text{ sonraki hız} \Rightarrow \vec{V}_{\text{son}}(t) = \vec{V}_{\text{ilk}} + \vec{a} \cdot t$$

$$\vec{V}_{\text{son}} = 6\hat{i} + 2\hat{j} \text{ (m/s)}$$

$$\cos \theta = \frac{\vec{r}_{\text{son}}(t) \cdot \vec{V}_{\text{son}}(t)}{|\vec{r}_{\text{son}}(t)| \cdot |\vec{V}_{\text{son}}(t)|}$$

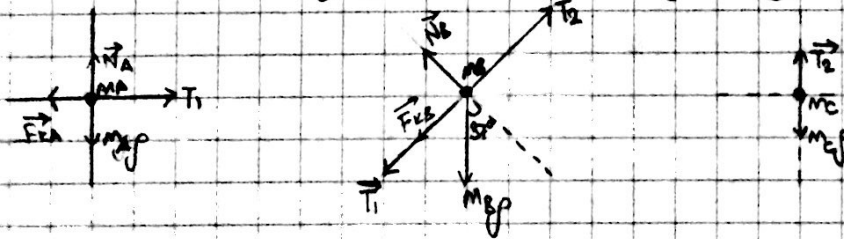
$$\cos \theta = \frac{(8\hat{i} + 3\hat{j}) \cdot (6\hat{i} + 2\hat{j})}{\sqrt{8^2 + 3^2} \cdot \sqrt{6^2 + 2^2}} \quad \cos \theta = 0,99932 \quad \theta = 2,11^\circ$$

3.



A, B, C cisimleri şekildeki gibi ihmal edilebilir kütleli halatlar yardımıyla birbirlerine bağlanmıştır. A ve B cisimlerinin ağırlıkları 25 N'dur. Yer ve eğik düzlem zemini ile A ve B cisimleri arasındaki kinetik sürtünme katsayısı aynı olup 0,35'dir. Sistem serbest bırakıldığında C cismi sabit hızla aşağı inmektedir. ($\mu = 0,35$)

a. Her bir cisim için serbest cisim diyagramını çizerek A ve B cisimlerini birbirlerine bağlayan halattaki gerilmeyi bulunuz.



MA cismi için

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T_1 - F_{FA} = 0 \Rightarrow T_1 = F_{FA} = \mu \cdot N_A = 8,75 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_A - m_A p = 0 \Rightarrow N_A = m_A p = 25 \text{ N}$$

MB cismi için

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T_2 - m_B p \sin 37^\circ - T_1 - F_{FB} = 0 \Rightarrow T_2 \approx 31 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_B - m_B p \cos 37^\circ = 0 \Rightarrow N_B = 20 \text{ N}$$

b. C cisminin ağırlığını bulunuz.

me cisim için

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow m_{cp} - T_2 = 0 \Rightarrow T_2 = m_{cp}$$

$$T_2 = 31N \text{ ise } m_{cp} = 31N$$

c. A ve B cisimlerini bağlayan halat kesilirse, C cisminin hareketi nasıl olur?

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \sum F_x = m a_x \\ \sum F_y = m a_y \end{array} \right\} \text{dur}$$

B ve C cisim için verilen serbest cisim diyagramlarından

B cisim için

$$\sum F_x = m a$$

$$T_2 - m_{cp} \sin 37^\circ - F_{RB} = m_B a \rightarrow 1$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_B - m_{cp} \cos 37^\circ = 0 \quad N_B = 20N$$

C cisim için

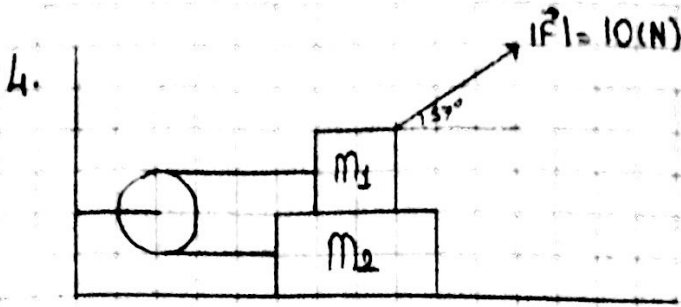
$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = m_{cp} - T_2 = m_C a \Rightarrow T_2 = m_{cp} - m_C a \rightarrow 2$$

1 ve 2 nolu eşitliklerden

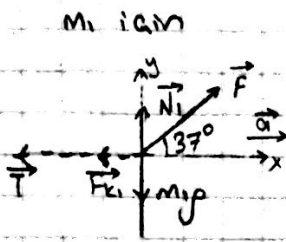
$$m_{cp} - m_C a - m_{cp} \sin 37^\circ - F_{RB} = m_B a$$

$$a \approx 1.57 \text{ m/s}^2$$



Şekilde görülen düzende M_1 kütleli cisim ile M_2 kütleli cisim arasındaki ve M_2 kütleli cisim ile yatay düzlem arasındaki kinetik sürtünme katsayısı (μ_k) 0,2'dir M_1 kütleli cisim 10N 'luk bir kuvvetle şekildeki gibi çekildiğinde ($M_1=1\text{kg}$, $M_2=2\text{kg}$, $g=10\text{m/s}^2$)

a. Sistemin ivmesini bulunuz.



$$\sum \vec{F}_x = F \cdot \cos 37 - T - \vec{F}_{k1} = m_1 a \rightarrow 1$$

$$T = F \cdot \cos 37 - \vec{F}_{k1} - m_1 a$$

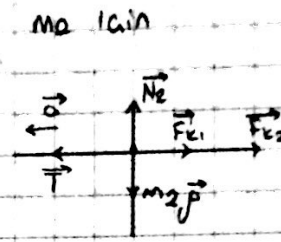
$$\sum \vec{F}_y = F \cdot \sin 37 + \vec{N}_1 - m_1 g = 0$$

$$\vec{N}_1 = m_1 g - F \cdot \sin 37 \quad \vec{N}_1 \approx 4\text{N}$$

1 ve 2 nolu eşitliklerden

$$F \cdot \cos 37 - F_{k1} - m_1 a = \vec{F}_{k1} + \vec{F}_{k2}$$

$$a = 0,53 (\text{m/s}^2)$$



$$\sum \vec{F}_x = -T + \vec{F}_{k1} + \vec{F}_{k2} = -m_2 a \rightarrow 2$$

$$T = \vec{F}_{k1} + \vec{F}_{k2} - m_2 a$$

$$\sum \vec{F}_y = \vec{N}_2 - \vec{N}_1 - m_2 g = 0$$

$$N_2 = 24\text{N}$$

$$F_{k1} = F'_{k1} = \mu_k \vec{N}_1$$

$$F_{k2} = \mu_k \vec{N}_2$$

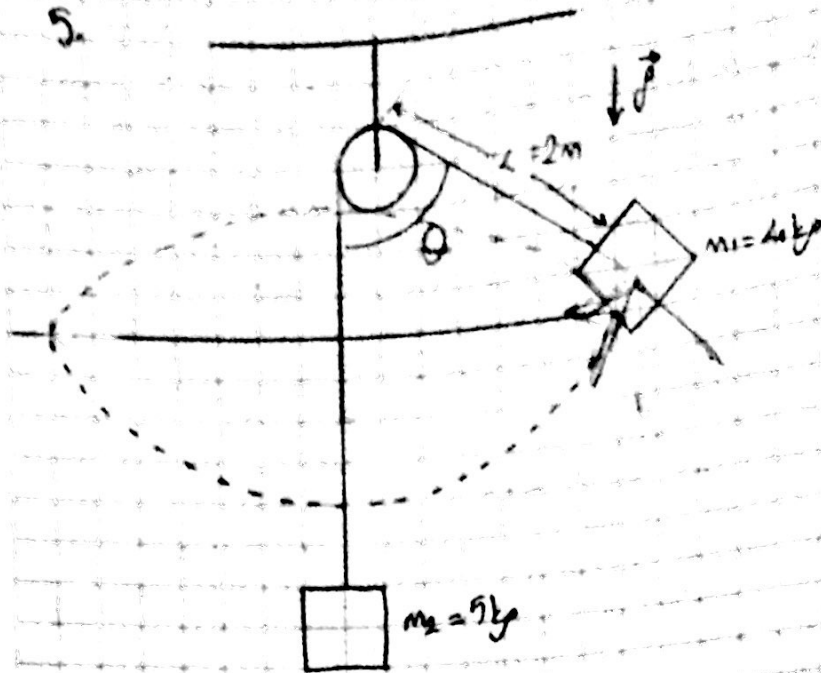
b. İpteki gerilme kuvvetini bulunuz.

1 ve 2 nolu eşitliklerden biri kullanılarak

$$T = F \cdot \cos 37 - F_{k1} - m_1 a$$

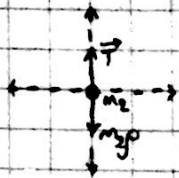
$$T \approx 6,66 (\text{N})$$

5.



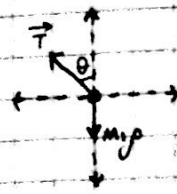
$m_1 = 4 \text{ kg}$ ve $m_2 = 5 \text{ kg}$ kütleli iki blok zekildeki gibi sürtünme ve gairiksiz ve y -ekseni etrafında serbestçe dönebilen bir makaradan geçirilen bir ip ile birbirine bağlanmıştır. m_2 kütleli blok y düzleminde hareketsiz kalacak şekilde m_1 kütleli blok x düzleminde m_2 ra yardımıyla dairesel yörüngede döner.

a. θ açısını ve ipteki gerilme kuvvetini bulunuz.



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow T - m_2 g = 0$$

$$T = 50 \text{ (N)}$$



$$\sum F_y = 0$$

$$T \cos \theta - m_1 g = 0$$

$$\cos \theta = \frac{m_1 g}{T} \quad \cos \theta = \frac{40}{50} \Rightarrow \theta = 37^\circ$$

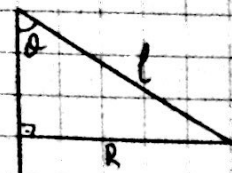
$$b. \sum F_r = -T \sin \theta = -m_1 a_r$$

$$T \sin \theta = m_1 a_r = m_1 \frac{v^2}{R}$$

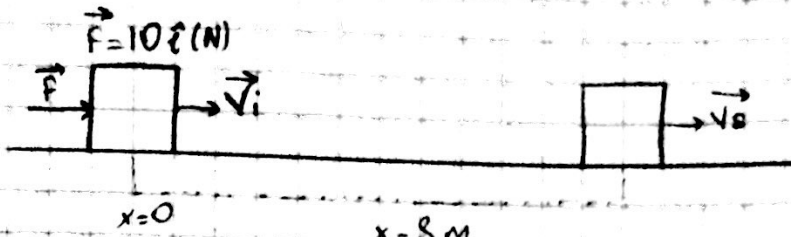
$$v^2 = (T \cdot R \cdot \sin \theta) / m_1$$

$$v^2 = \frac{36}{4} \Rightarrow v = 3 \text{ (m/s)}$$

$$R = L \cdot \sin \theta$$



6. Kütle 7 kg olan motorsuz gıcık bir araba, sırtlanma hızıyla yatay bir düzlem üzerinde gitmektedir. İlk hızı 4 m/s'dir ve araba sonra ilk hız ile aynı yönde, büyüklüğü 10 N olan bir kuvvet tarafından 3 m itilmistir. İş-enerji teoremini kullanarak, arabanın son hızını bulunuz.



$$\Delta x = 8 \hat{x} \text{ (m)}$$

$$\Sigma W = W_F + W_{F_k} + W_{F_g} + W_N \Rightarrow \Sigma W = \Delta E_k = K_s - K_i$$

$$W_F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = F \cdot \Delta x \cdot \cos 0^\circ = 10 \cdot 8 = 80 \text{ (J)}$$

$$K_i = \frac{1}{2} m v_i^2 = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 4^2 = 56 \text{ J}$$

$$W_F = K_s - K_i$$

$$80 = K_s - 56$$

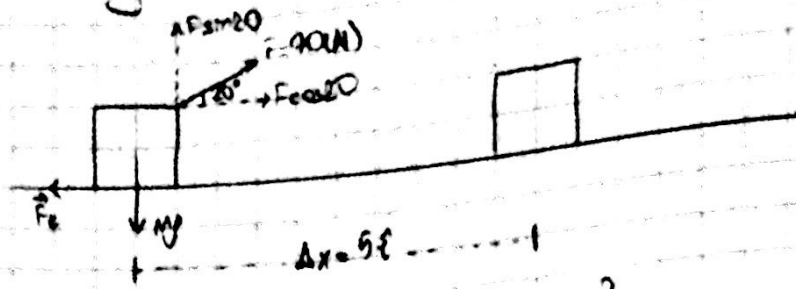
$$K_s = 86 \text{ J}$$

$$K_s = \frac{1}{2} m v_s^2$$

$$86 = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot v_s^2$$

$$v_s = 4.96 \text{ (m/s)}$$

7. Kütle 15 kg olan bir blok yatay, pürüzsüz bir yüzey üzerinde yatay olarak 20°'lik bir açıyla etki eden 70 N'lık bir kuvvetle çekilmektedir. Blok 5 m yer değiştirmekte olup kinetik sürtünme katsayısı 0.3'tür.



a. 70 N'lık kuvvetin yaptığı iş nedir?

$$W_F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = F (\cos 20 \hat{i} + \sin 20 \hat{j}) \cdot 5 \hat{i} = 5 \cdot F \cdot \cos 20 \approx 329 \text{ (J)}$$

b. Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş nedir?

$$W_{F_k} = \vec{F}_k \cdot \Delta \vec{x} = -F_k \Delta x = -(14 \text{ N}) \Delta x \Rightarrow \theta = 180^\circ$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F \sin 20 + N - mg = 0 \Rightarrow N = 123 \text{ (N)}$$

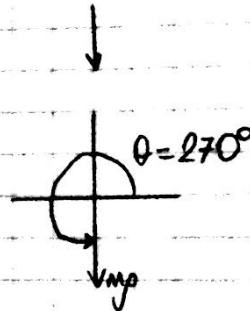
$$W_{F_k} = -185 \text{ (J)}$$

c. Aik kuvvetin yaptığı iş nedir?

$$W_{F_1} = \vec{F}_1 \cdot \Delta \vec{x} = (F \sin 20 + N) \hat{j} \cdot (5 \hat{i}) = 0 \Rightarrow W_{F_1} = 0$$

d. Yer çekimi kuvvetinin yaptığı işi bulunuz.

$$W_g = (mg) \Delta \vec{x} = mg \cdot \Delta x \cdot \cos 270$$

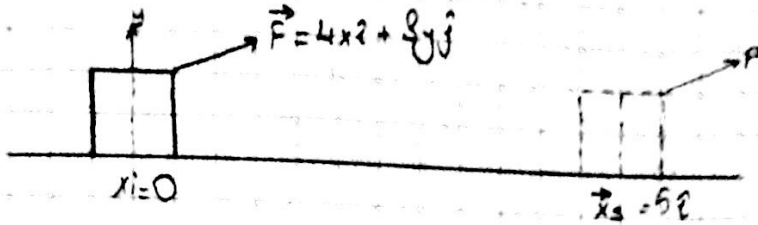


e. Blok üzerinde yapılan net iş nedir?

$$W = W_F + W_{F_k} + W_{F_1} + W_g = 329 - 185 + 0 + 0$$

$$W = 144 \text{ (J)}$$

8.) $F = (4x\hat{i} + 3y\hat{j})$ N'lık bir kuvvet bir cisme etki ederek onu orijinden x yönünde $x = 5\text{m}$ noktasına hareket ettiriyor. Kuvvetin cisme üzerine yaptığı işi bulunuz.



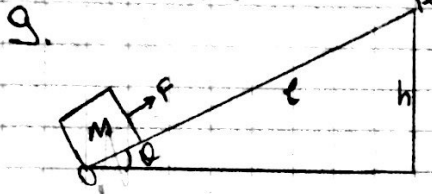
$$d\vec{s} = dx\hat{i}$$

$$W = \int_{x_i}^{x_s} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$W = \int_0^5 (4x\hat{i} + 3y\hat{j}) \cdot (dx\hat{i})$$

$$W = \int_0^5 4x dx$$

$$W = 4 \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_0^5 \Rightarrow W = 50 \text{ (J)}$$



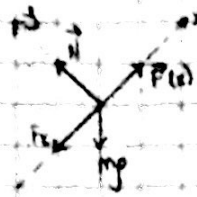
m kütleli bir blok zekildeki gibi eğik düzlemin O noktasından h yüksekliğindeki A noktasına yola boyunca, eğik düzleme paralel olarak uygulanan $\vec{F}$ kuvveti ile çekilerek sabit hızla götürüyor. Blok ile eğik düzlem arasındaki kinetik sürtünme katsayısı, O noktasından itibaren $\mu_k(x) = 0,1x$ bağıntısına göre değişiyor.

a. Bloğa etki eden net kuvvetin, blok O noktasından A noktasına gidene kadar yaptığı işi bulunuz.

$$\vec{v} = \text{sabit} \Rightarrow \vec{a} = 0 \Rightarrow \sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \sum \vec{F} = 0$$

$$\sum \vec{F} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_k = 0 \quad W_{\sum \vec{F}} = 0$$

b. İlgili serbest cisim diyagramını çizerek $F(x)$ kuvvetini m, μ ve θ cinsinden x 'e bağlı olarak bulunuz.



$$\sum F_x = F_x - F_r - mg \sin \theta = 0$$

$$F(x) = mg \sin \theta + \mu N$$

$$F(x) = mg \sin \theta + 0,1 N_x$$

$$\sum F_y = N - mg \cos \theta = 0$$

$$N = mg \cos \theta$$

$$F(x) = mg (\sin \theta + 0,1 \cos \theta x)$$

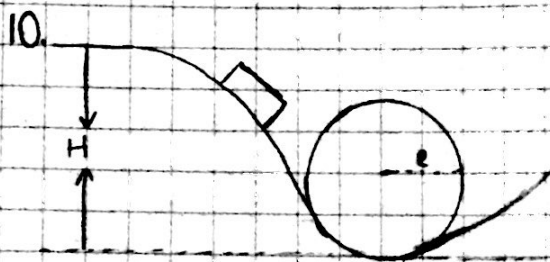
c) $F(x)$ kuvvetinin blok, O noktasından A noktasına gidene kadar yaptığı işi m, μ, θ ve l cinsinden bulunuz.

$$W_F = \int_0^l F(x) \cdot dx \Rightarrow \text{burada } F(x) \parallel dx$$

$$W_F = \int_0^l (mg \sin \theta + 0,1 \cos \theta x) dx$$

$$W_F = mg \sin \theta x + mg 0,1 \cdot \cos \theta \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_0^l$$

$$W_F = mg l (\sin \theta + 0,05 \cos \theta l)$$



Kütlesi M olan cisim şekildeki gibi alt kısmı R yarıçaplı bir çemberden geçmektedir. Sürtünmesiz yüzeyde yol almaktadır. Cisim hareketine H yüksekliğinde başlarsa ise $H/2$

denek geçerek:

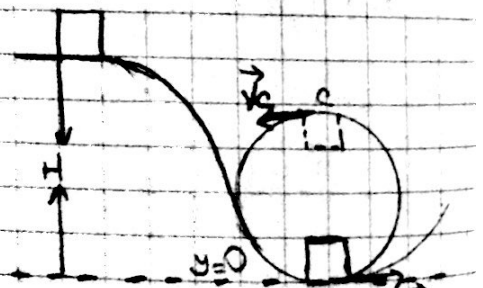
a. Çemberin tabanında cismin hızı nedir?

Enerji korunumundan

$$U_A + K_A = K_B$$

$$mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$v_B = \sqrt{2gh}$$



b. Çemberin tepesinde cismin hızı nedir?

$$H_A + K_A = H_B + K_B$$

$$mgh + 0 = mg(2R) + \frac{1}{2}mv_c^2 \Rightarrow v_c = \sqrt{2g(H-2R)}$$

c. Çemberin tepesinde, yolun cisme uyguladığı kuvvet ne kadardır?

$$F_N + m\vec{p} = m\vec{v}_c^2$$

$$F_N = m\left(\frac{2H}{R} - 5\right)$$

$$\vec{F}_N + m\vec{p} = \vec{F}_{mer}$$



d. Cisim yavaşça etkisi altındaki çemberi dönmeye başlarsa için tepe noktasındaki minimum hızı ne olmalıdır?

Dönme eşiğinde çember ile temas edilir. $\vec{F}_N = 0$ olur o zaman

$$0 = m\left(\frac{2H}{R} - 5\right) \Rightarrow H_{min} = 5R/2$$

$$\vec{F}_N + m\vec{p} = m \frac{v_c^2}{R}$$

$$v_c = \sqrt{2g\left(\frac{5R}{2} - 2R\right)}$$

$v_c \rightarrow v_c$ nin olması

$$v_{cmin} = \sqrt{gR}$$

İçin $\vec{F}_N = 0$ olmalı

Dairesel hareket ve Newtonun 2. yasası



$$\vec{a}_r = \frac{v^2}{r}, \quad F = ma$$

$$\vec{F}_r = \frac{mv^2}{r}$$

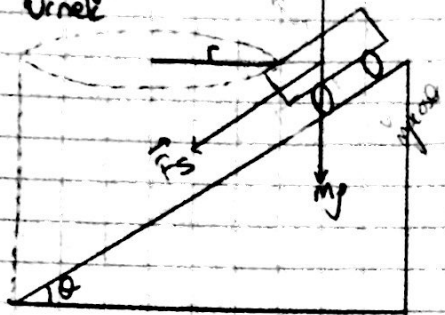
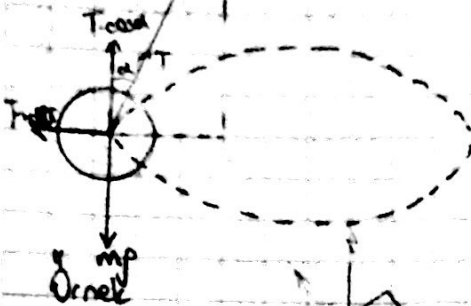
merkez doğru
olan kuvvetlerin toplamı

Ornek



$$\sum F_r = T \cdot \sin \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$\sum F_y = T \cdot \cos \theta - m_p = 0$$



$$v = 13.4 \text{ m/s}$$

$$r = 50 \text{ m}$$

a. Sürtünme yok $\theta = ?$

$$\sum F_r = N \cdot \sin \theta = \frac{mv^2}{r}$$

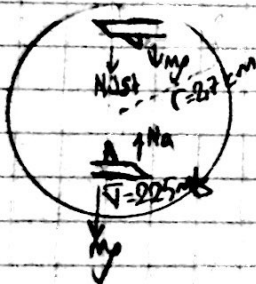
$$\theta \approx 20^\circ$$

$$\sum F_y = N \cdot \cos \theta - m_p = 0$$

b. Sürtünme varsa $\theta = ?$

$$\sum F_r = N \cdot \sin \theta + f_s \cos \theta = \frac{mv^2}{r}$$

*



Alt

$$\sum F_r = N_{alt} - m_p = \frac{mv^2}{r}$$

$$N_{alt} = 2.91 m_p$$

$$N_{üst} = 0, 913 m_p$$

Üst

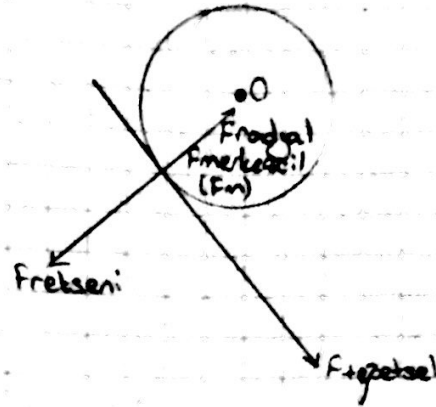
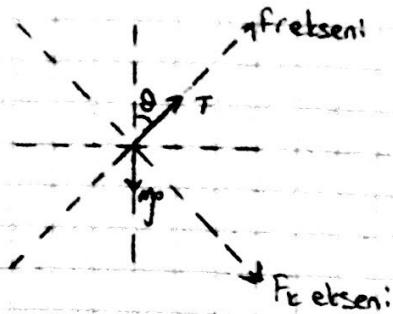
$$\sum F_r = N_{üst} + m_p = \frac{mv^2}{r}$$

$$\sum F_r = m_p \sin \theta = m_p a_c$$

Düğüün Olmayan Dairesel Hareket

$$\vec{a} = \vec{a}_T + \vec{a}_r$$

$$\vec{F} = \vec{F}_T + \vec{F}_r$$

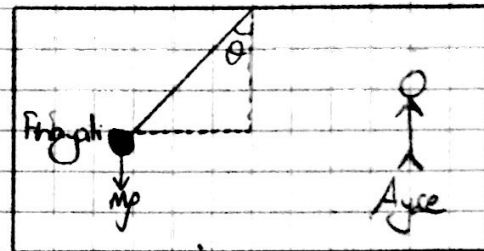
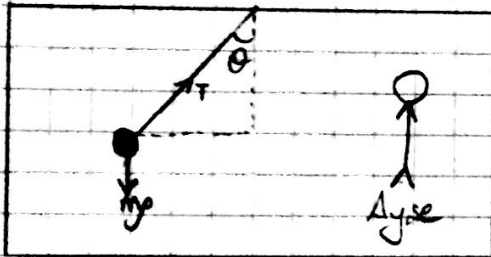


İkili Sistemlerde Hareket

Merkezcac Kuvvetler

Hayali Kuvvetler (Yalancı)

Örnek



Ahmet

$$\sum F_x = T \sin \theta = m a$$

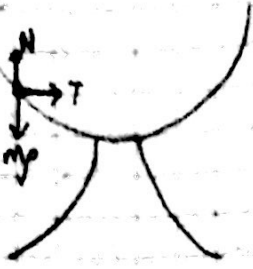
$$\sum F_y = T \cos \theta - m_p g = 0$$

Ayşe

$$\sum F_x = T \sin \theta - F_{\text{hayali}} = 0$$

$$\sum F_y = T \cos \theta - m_p g = 0$$

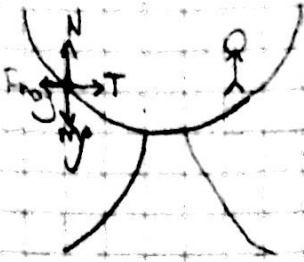
Örnek



$$\Sigma F_r = T = \frac{mv^2}{r}$$

$$\Sigma F_y = N - mg = 0$$

Örnek



$$\Sigma F_r = T - F_{ayali} = 0$$

UYGULAMALAR 4

1a Bir beşbol topunun kinetik enerjisi $\frac{1}{2}mv^2$ 'dir. Burada m topun kütlesi, v hızını göstermektedir. Beşbol topunun momentumunun ($p = mv$) boyutunu bulunuz. SI birim sisteminde birimini yazınız.

$$\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{m}{m} \times \frac{1}{2}mv^2$$

$$p = mv$$

$$\Rightarrow \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

$$[m] \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-2} = \frac{[P]^2}{m} \Rightarrow [P]^2 = [m]^2 \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-2}$$

$$[P] = [m] [L] [T]^{-1}$$

$$P = m \cdot v$$

$$P \Rightarrow \text{kg} \frac{m}{s}$$

$$\begin{array}{c} \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ \text{kg} \frac{m}{s} = \text{kg} \quad m \quad s^{-1} \end{array}$$

b. $\vec{r} = 3\hat{i} - 4\hat{j}$ vektörünün büyüklüğünü ve yönünü (x-ekseniyle yaptığı açıyı) bulunuz.

$$\vec{r} = 3\hat{i} - 4\hat{j}$$

$$\vec{r} = r_x\hat{i} + r_y\hat{j}$$

$$r_x = 3, r_y = -4$$

$$|\vec{r}| = \sqrt{r_x^2 + r_y^2} \Rightarrow r = \sqrt{3^2 + (-4)^2}$$

$$r = 5 \text{ birim}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{r_y}{r_x}\right) \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(-\frac{4}{3}\right)$$

2. Bir sporcü 4,0(m) yükseklikte bulunan pencereden dışarıya
yukarı bir top fırlatıyor. Top yere 1,5(s) sonra düşüyor.

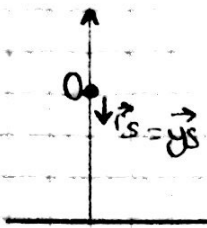
a. Topun fırlatılma hızı

b. Yere düşme hızını bulunuz.

Not: Sürtünme ihmal edilmiştir. Problemi çözerek referans olarak
orijini bir tere yeri 4,0 m'de topun atıldığı yeri seçerek aşağı
nere.

$$\vec{y}_s = \vec{y}_i + \vec{v}_i t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

Gözlemci topun atıldığı yerde ise



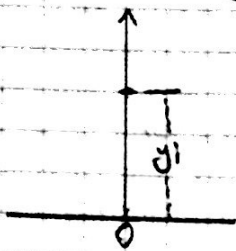
$$0 + v_i \cdot 1,5 - \frac{1}{2} 9,8 (1,5)^2 = -4$$

$$v_i = 4,68 \text{ m/s}$$

$$\vec{v}_s = \vec{v}_i - g t$$

$$v_s = 4,68 - 9,8 (1,5) \quad v_s = -10 \text{ m/s}$$

Gözlemci yere ise



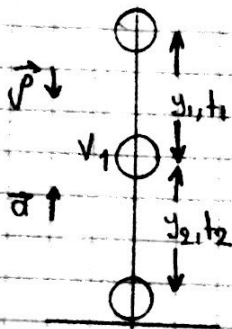
$$0 = y_i + v_i t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = 4 + v_i (1,5) - \frac{1}{2} 9,8 (1,5)^2$$

$$v_i = 4,68 \text{ m/s}$$

$$v_s = v_i - g t \Rightarrow v_s = -10 \text{ m/s}$$

3.



Bir paraşütçü atladuktan ve 50,0 (m) yükseklikte
olarak serbest düştükten sonra paraşütünü
açar ve 2,0 (m/s²)'lik sabit ivme ile hızı azaltır.
Yere 3,0 (m/s) hızla varışına göre

a. Parasütanın havada kaç saniye kaldı?

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$50 = \frac{1}{2} 9.8 t^2 \Rightarrow t_1 = 3.2 \text{ s}$$

$$\vec{V}_1 = V_i + g t \Rightarrow V_1 = 0 + 9.8 \cdot 3.2$$

$$\vec{V}_1 = 31.4 (\hat{j}) \text{ m/s}$$

$$\vec{V}_2 = \vec{V}_1 + \vec{a} t_2 \quad 3 = 31.4 + 2 t_2$$

$$t_2 = 14.2 \text{ s}$$

$$t = t_1 + t_2 \Rightarrow t = 3.2 + 14.2 \Rightarrow t = 17.4 \text{ s}$$

b. Parasütanın atıldığı yükseklik kaç metredir?

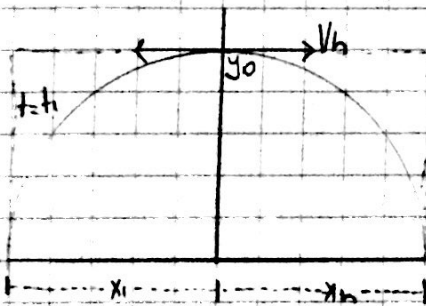
$$V_2 = V_1^2 + 2 g y$$

$$1^2 = (31.4)^2 + 2 \cdot (2) y \Rightarrow y_2 = 244.2 \text{ m}$$

$$y = y_1 + y_2 \quad y = 50 + 244.2$$

$$y = 294.2 \text{ m}$$

4. Bir helikopter 9.5(m) sabit yükseklikte, 6.2 (m/s)'lik sabit bir hızla bir doğru boyunca uçuşmaktadır. Helikoptere göre ilk hızı 12 m/s olan bir cisim yatay olarak helikopterin hareketine ters yönde atılıyor.



$$V_h = 6.2 \text{ m/s}$$

$$V_h \rightarrow \text{helikopter hızı}$$

$$y_0 = 9.5 \text{ m}$$

$$V_c \rightarrow \text{cismin hızı}$$

$$V_{ch} = 12 \text{ m/s (helikoptere göre)}$$

$$g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

a. Cismin yere göre ilk hızı nedir?

$$V_h = V_h \hat{i}$$

$$V_{ch} = V_{ch} \hat{i}$$

$$V_{cch} = V_c - V_h$$

$$\vec{V}_c = V_h + V_{ch} = (V_h - V_{ch}) \hat{i}$$

$$\vec{V}_c = (6.2 - 12) \hat{i}$$

$$\vec{V}_c = -5.8 \hat{i} \text{ m/s}$$

b. Cisim yere carptan, helikopter ile cisim arasindaki uzaklik nedir? yontay

$$y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = V_0 t$$

$$y_0 = \frac{1}{2}g \left(\frac{x}{V_0} \right)^2 \Rightarrow$$

$$t = t_1 \Rightarrow x = x_1, y = 0$$

$$0 = y_0 - \frac{1}{2}gt_1^2 \quad x_1 = V_0 t_1$$

$$x_1 = \sqrt{\frac{2V_0^2 y_0}{g}}$$

$$x_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot (9.8)^2 \cdot 9.5}{10}}$$

$$x_1 \approx 8 \text{ m'dir}$$

$$t_1 = \frac{x_1}{V_0} = \frac{8}{9.8} \Rightarrow t_1 = 1.38 \text{ s}$$

Helikopterim $t_1 = 1.38 \text{ s}$ oldugu sikti

$$x_n = V_n t_1$$

$$= 6.2(1.38) \quad x = 8.56 \text{ m}$$

$t_1 = 1.38 \text{ s}$ 'de cisim ile helikopter arasindaki yatay uzaklik

$$x_{top} = x_1 + x_n$$

$$= 8 + 8.56 \quad x_{top} = 16.56 \text{ m}$$

c. Cisim yere carptan, hiza vektörü ile yer arasindaki aci

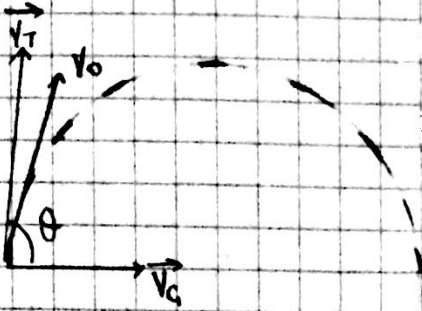
$$V_x = -V_0 \Rightarrow -9.8 \text{ m/s}$$

$$V_y = -gt_1 \Rightarrow -10 \cdot 1.38 = -13.8 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{V_y}{V_x} \right) \Rightarrow \theta = \tan^{-1} \left(\frac{-13.8}{-9.8} \right)$$

$$\theta = 67.2$$

5. Bir çocuk x-ekseni boyunca $\vec{v}_0$ sabit hızıyla koşmaktadır. $t=0$ anında kendine göre $\vec{v}_T$ hızıyla T açası yapacak şekilde topu fırlatır ve yakalayabilmesi için koşmaya devam eder. Çocuğun topu tutabilmesi için ikenin $\alpha = \rho \cdot \cot \theta$ olması gerekir. Tipini gösteriniz.



$$\vec{v}_0 = \vec{v}_0 + \vec{v}_T$$

$$(1) \vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a}_0 t^2 \quad (\text{çocuk için})$$

$$(2) \vec{v}_{0x} = \vec{v}_0 + \vec{v}_T \cos \theta \quad (\text{top için})$$

$$(3) \vec{x} = \vec{v}_{0x} t \quad (\text{topun aldığı yol})$$

$$(2) \rightarrow (3)$$

$$\vec{x} = \vec{v}_{0x} t = (\vec{v}_0 + \vec{v}_T \cos \theta) \cdot t$$

$$\vec{x} = \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a}_0 t^2$$

Topun hareket denklemleri:

$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} \rho t^2 \quad (5)$$

Topu tuttuğu anda:

$$y - y_0 = 0 \quad (5a)$$

$$v_{0y} = v_T \sin \theta \quad (6)$$

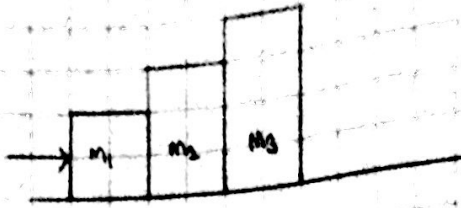
(6) $\rightarrow$ (5) ve (5a) denklemini sağlar

$$t \cdot v_T \sin \theta - \frac{1}{2} \rho t^2 = 0$$

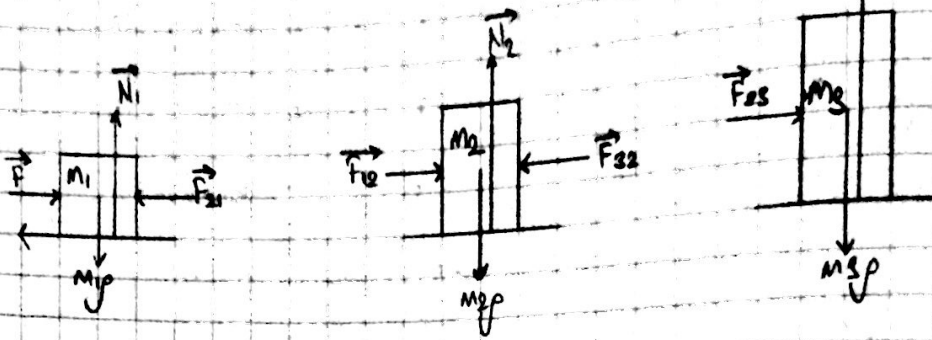
$$t \cdot v_T \sin \theta = \frac{1}{2} \rho t^2 \Rightarrow t = \frac{2 v_T \sin \theta}{\rho}$$

$$a_0 = \frac{2 v_T \cos \theta}{t} \Rightarrow a_0 = \frac{2 v_T \cos \theta}{\frac{2 v_T \sin \theta}{\rho}} \Rightarrow a_0 = \rho \cot \theta$$

b.



İki blok arasındaki piri sürtünmeli yatay düzlem üzerinde birbirine değme halindedir. m_1 kütesine yatay olarak F kuvveti uygulanıyor. $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, $m_3 = 4 \text{ kg}$, $F = 20 \text{ N}$ ve $\mu_k = 0,1$ ise



$$\sum \vec{F}_1 = \vec{F} - \vec{F}_{21} - \mu_k \vec{N}_1 = m_1 \vec{a}$$

$$m_1 = 2 \text{ kg}$$

$$\vec{F} = 20 \text{ N}$$

$$\sum \vec{F}_2 = \vec{F}_{12} - \vec{F}_{32} - \mu_k \vec{N}_2 = m_2 \vec{a}$$

$$m_2 = 3 \text{ kg}$$

$$\mu_k = 0,1$$

$$\sum \vec{F}_3 = \vec{F}_{23} - \mu_k \vec{N}_3 = m_3 \vec{a}$$

$$m_3 = 4 \text{ kg}$$

a. Blokların hızlarını bulunuz.

$$\vec{F} - (\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{N}_3) \mu_k = (m_1 + m_2 + m_3) \vec{a}$$

$$a = 1,2 \text{ m/s}^2$$

b. Her blok üzerine etki eden bileşke kuvvetlerini bulunuz.

$$\sum \vec{F}_1 = m_1 \vec{a} \Rightarrow F_1 = 2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ N}$$

$$\sum \vec{F}_2 = m_2 \vec{a} \Rightarrow F_2 = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ N}$$

$$\sum \vec{F}_3 = m_3 \vec{a} \Rightarrow F_3 = 4 \cdot 1,2 = 4,8 \text{ N}$$

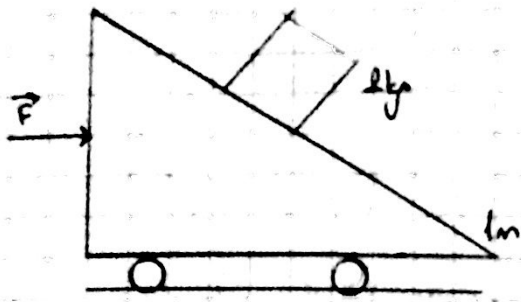
c. Bloklar arası temas kuvvetlerini bulunuz.

$$\vec{F}_{12} = \vec{F} - \mu_k \vec{N}_1 - m_1 \vec{a} \quad F_{23} = 9 \text{ N}$$

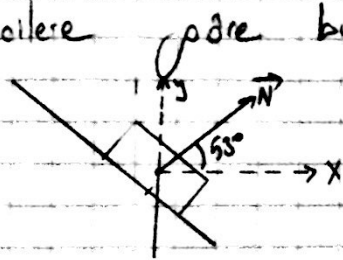
$$= 15,6 \text{ N}$$

$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|, |\vec{F}_{23}| = |\vec{F}_{32}|$$

7.



Eşik düzlem birimindeki blok sabiti (F) kuvveti ile itildiğinde (A) hızı ile hareket ediyor. Eşik düzlemin orta noktası üzerinde 2kg kütleli bir cisim yerleştirilmiştir. Düzeydeki sürtünmeler önem senmemektedir. 2kg'lık cisim eşik düzlemle beraber kaymadan hareket ediyorsa, A hızını ve cisme eşik düzlem tarafından uygulanan tepki kuvvetinin büyüklüğünü yarıdaki ve eşik düzlemindeki koşullara göre bulunuz.



Yarıdaki eşik düzlemine göre:

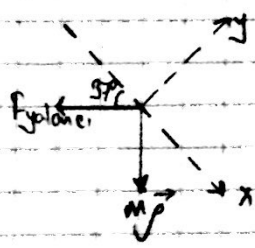
$$\vec{a} = \vec{a}^* + \vec{A} \quad (m \text{ hareketsiz, } \vec{a}^* = 0)$$

$$\vec{a} = \vec{A}$$

$$\sum F_x = m\vec{a} = m\vec{A}$$

$$\sum F_y = m a_y = 0$$

$$\frac{m a}{m_p} = \frac{N \cdot \cos 53}{N \cdot \sin 53} \Rightarrow A = 10 \cdot \frac{0.6}{0.8} = 7.5 \text{ m/s}^2$$



2. A noktasındaki eşik düzlemine göre

$$\sum F_x = m a_x = 0$$

$$m_p \sin 37^\circ - F_{yalanci} \cos 37^\circ = 0$$

$$F_{yalanci} = m\vec{A} = \frac{m_p \sin 37^\circ}{\cos 37^\circ}$$

$$A = 7.5 \text{ m/s}^2$$

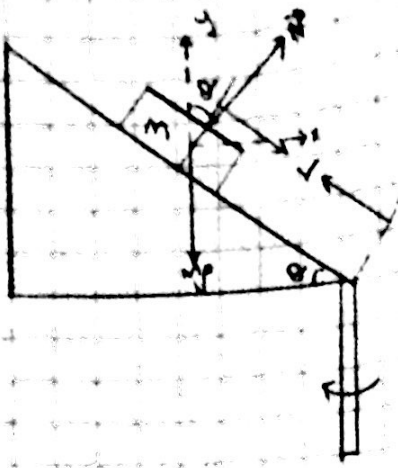
Her iki eşik düzlemi içinde A ve N aynıdır.

$$\sum F_y = 0 = m a_y$$

$$N = m_p \cos 37^\circ + F_{yalanci} \sin 37^\circ$$

$$N = 25$$

8.



θ açılı düz bir yüzeyli eğik düzlem
Şekilde gösterilen eksen etrafında
dönürülürse m kütlesi aynı yükseklikte
sabit kalmaktadır M kütlesinin L kadar
yükseleceği zaman hızının $V = \sqrt{2gL \sin \theta}$ olduğunu gösteriniz.

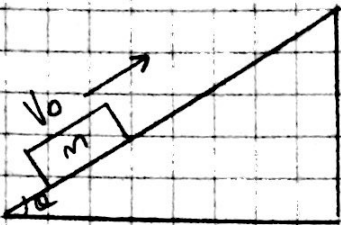
$$\left. \begin{aligned} N \cos \theta &= mg \quad (1) \\ N \sin \theta &= \frac{mV^2}{r} \quad (2) \\ r &= L \cos \theta \quad (3) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} (3) \rightarrow (2) \\ N \sin \theta &= \frac{mV^2}{L \cos \theta} \quad (2a) \end{aligned}$$

1 ve (2a) denklemleri oranlanırsa

$$\frac{\cos \theta}{\sin \theta} \cdot \frac{L \cos \theta}{L \cos \theta}$$

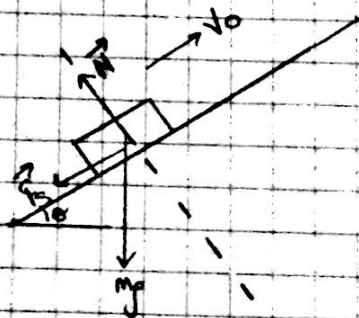
$$V^2 = Lg \sin \theta \Rightarrow V = \sqrt{Lg \sin \theta}$$

9.



Şekildeki eğik düzlemde statik ve kinetik
sürtünme katsayısı eşit olup $\mu_s = \mu_k = \mu$
bağıntısına göre ortaya (μ) ve sabit (μ) m kütlesi

cisim $x=0$ 'da hareketsiz duruyorken hızı v_0 hızıyla atarsak, cisim
eğik düzlemde ilk defa durduğunda hareketsiz kalır? (v_0 hızı μ ve μ cisim
den bulunur.)



Anahtarda cisim durup durmaz

$$W_{net} = \Delta E_k \Rightarrow E_{k3} = E_{k1} = E_{k2} - E_{k0}$$

$$W_{net} = -\frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow \mu \text{ değeri}$$

F_s ve F_{net} de değişir.

$$W_{net} = \int_0^x F_{net}(x) dx$$

$$\left. \begin{aligned} F_{net}(x) &= -mg \sin \theta - F_k \\ F_k &= \mu mg \cos \theta \end{aligned} \right\} F_{net}(x) = -mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$$

$$F_{\text{net}} = -mg(\sin\theta + \cos\theta \mu_k) \hat{i}$$

$$\vec{F}_{\text{net}} = -mg(\sin\theta + \mu_k \cos\theta) \hat{i}$$

$$W = \int F_x \cdot dx$$

$$W_{\text{net}} = -mgx \sin\theta - \frac{cx^2}{2} \cos\theta = -\frac{1}{2} m v_0^2$$

Cisim A'ya pelince duruyorsa geri dönmemesi için $F_{\text{net}} = 0$ olmalı

$$mg \sin\theta = F_s \Rightarrow \mu_k mg \cos\theta = cx \cdot mg \cos\theta$$

$$x = \frac{1}{c} \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

$$v_0 = \sin\theta \sqrt{\frac{ge}{c \cos\theta}}, v_0 \gg 0 \text{ ise A'ya durur}$$

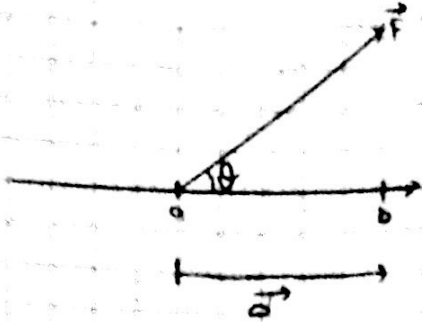
$$\vec{F}_{\text{net}} = 0 \text{ (kaynaması için } |mg \sin\theta| = |F_s|, x = \frac{1}{c} \tan\theta)$$

İş ve Kinetik Enerji

Sabit Bir Kuvvetin Yaptığı İş

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

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta$$



Örnek

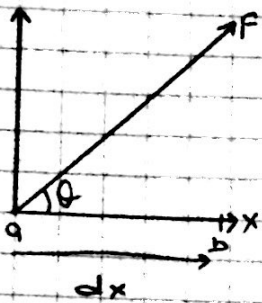
$$\vec{F} = 5\hat{i} + 2\hat{j} \text{ (N)} \quad w = 9$$

$$\vec{d} = 2\hat{i} + 3\hat{j} \text{ (m)}$$

$$w = 16 \text{ J}$$

Değişken Kuvvetin Yaptığı İş

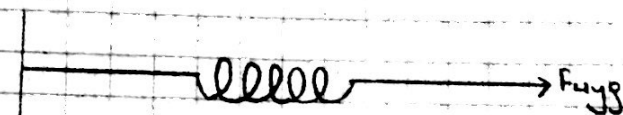
$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{L}$$



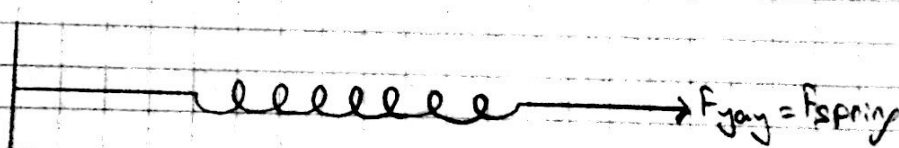
$$W = \int \vec{F} \cdot dx = \int F \cos \theta \cdot dx$$

↳ normal
Görün

Yay Kuvveti



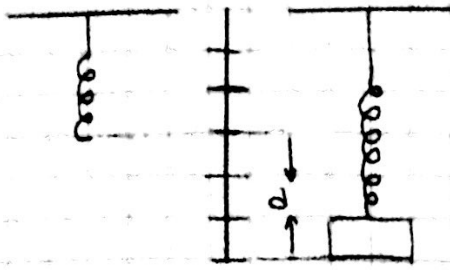
F_s
Hooke



$$F_y = -k \cdot x$$

ters yönlü yay sabiti yay

Örnek



$$\Sigma F_x = F_y - m \cdot g = 0$$

$$F_y = m \cdot g = k \cdot d$$

$$k = \frac{m \cdot g}{d} \left(\frac{N}{m} \right)$$

Yayın yaptığı iş

$$W = \int_{x_i}^{x_s} F_s dx = \int_{x_i}^{x_s} -kx \cdot dx$$

$$W = \frac{1}{2} k x^2 - \frac{1}{2} k x_s^2$$

Potansiyel enerji

İş ve Kinetik Enerji

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cdot \cos 0 = m a d$$

$$a = \frac{V_s - V_i}{t}$$

$$d = \frac{V_i + V_s}{2} \cdot t$$

$$W = \frac{1}{2} m V_s^2 - \frac{1}{2} m V_i^2$$

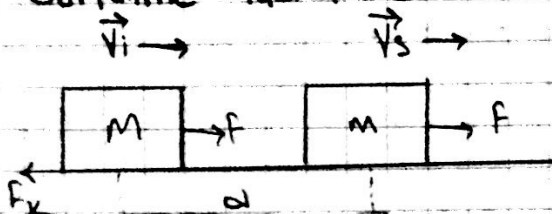
$$K = \frac{1}{2} m V^2 \text{ (Kinetik enerji)}$$

$$\Delta K = K_s - K_i$$

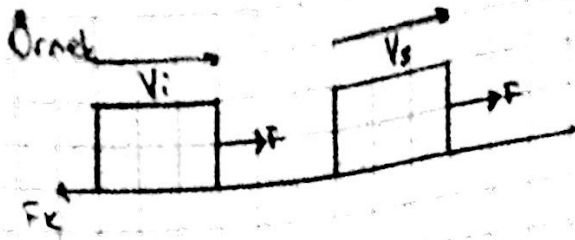
$$W = \int_{x_i}^{x_s} F_x \cdot dx = \int_{x_i}^{x_s} m a dx = \int_{V_i}^{V_s} \frac{m V \cdot dx}{dx} = \frac{1}{2} m V_s^2 - \frac{1}{2} m V_i^2$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \cdot \frac{dv}{dx}$$

Sürtünme içeren durumlar



$$\Sigma W = W_{\text{yapır}} - F_r d = \Delta K = K_s - K_i$$



a. Yürey sürtünmesiz ise $W = ?$

$$m = 6 \text{ kg}$$

$$F = 12 \text{ N}$$

$$d = 3 \text{ m}$$

$$W = 12 \cdot 3 = 36 \text{ J}$$

b. Yürey sürtünmeli ise $v_s = ?$

$$\mu_k = 0,15$$

$$-f_{kd} = \mu_k mgd = -26,46 \text{ J}$$

$$\text{wdger } -f_{kd} = 36 - 26,46 = \frac{1}{2} mv_s^2$$

$$v_s = 1,8 \text{ m/s}$$

Güç

$$P_{ort} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \Rightarrow \left(\frac{\text{J}}{\text{s}} \right) \Rightarrow (\text{watt})$$

$$P_{ani} = \frac{dW}{dt}$$

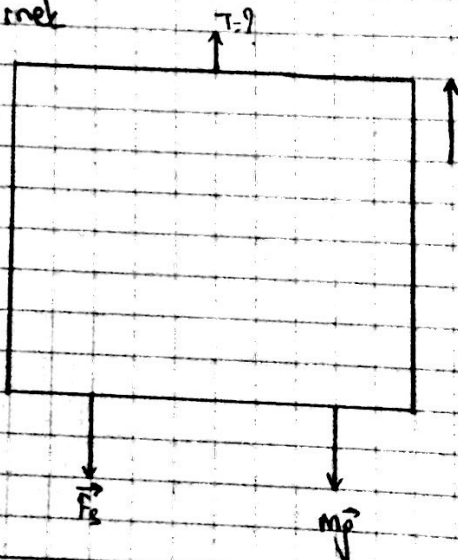
$$\frac{dW}{dt} = \frac{F \cdot d}{dt}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Beygir gücü = 746 W

$$1 \text{ W} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

Örnek



$$v = 3 \text{ m/s} = \text{sabit}$$

$$m_{\text{top}} = 800$$

$$P_{\text{min}} = \vec{T} \cdot \vec{v}$$

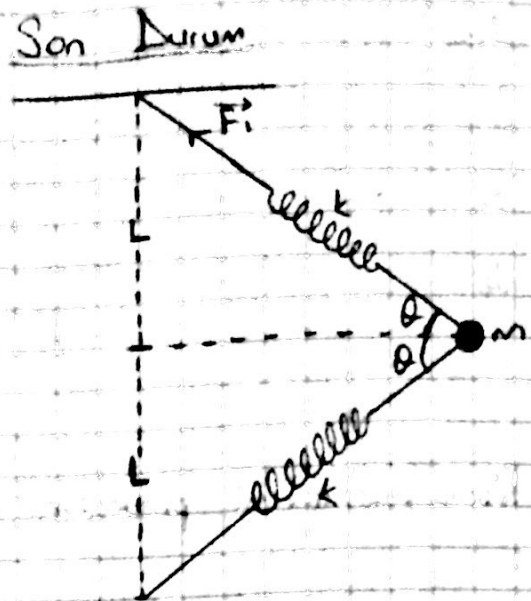
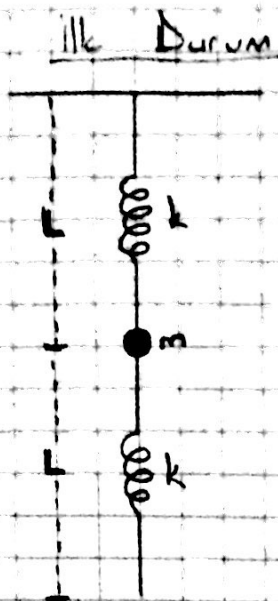
$$\vec{F}_s = 400 \text{ N}$$

$$T = 2 \cdot 16 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\sum \vec{F}_y = \vec{T} - m\vec{g} - \vec{f}_s = 0$$

$$P = 6,48 \cdot 10^4 \text{ W}$$

Örnek



a. $\vec{F}_{yay} = ?$

$$\vec{F}_{yay} = -2k \Delta x \cos \theta \hat{i}$$

$$\Delta x = \sqrt{x^2 + L^2} - L$$

$$\cos \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + L^2}}$$

$$\vec{F}_{yay} = 2k \cdot (\sqrt{x^2 + L^2} - L) \frac{x}{\sqrt{x^2 + L^2}} \hat{i}$$

$$\vec{F}_{yay} = -2kx \left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2 + L^2}} \right) \hat{i}$$

b. $W_{yay} = \int_A^0 \dots ?$

$$W_{yay} = \int_A^0 -2kx \left(1 - \frac{L}{\sqrt{x^2 + L^2}} \right) dx$$

$$W_{yay} = \int_A^0 -2kx \cdot dx + \int_A^0 \frac{2kx \cdot L}{\sqrt{x^2 + L^2}} \cdot dx \quad \left(\begin{array}{l} \text{definiten} \\ \text{yöntemi} \end{array} \right)$$

$$u^2 = x^2 + L^2$$

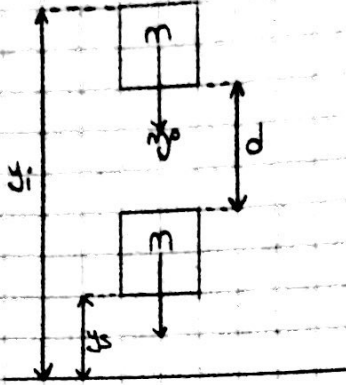
$$2u \cdot du = 2x \cdot dx$$

$$\int 2k \cdot \frac{L \cdot u \cdot du}{u^2} = 2k \cdot L \cdot u = 2kL \sqrt{x^2 + L^2} \Big|_A^0$$

Potansiyel Enerji

1. Yatılılmış bir cismin potansiyel enerjisi sıfırdır.
2. En az iki sistem gereklidir.
3. Yeri değişince potansiyel enerji de değişir.
4. Korunumlu kuvvetle yer değiştirirse potansiyel enerji başka bir enerjiye dönüşür.

Kütle (yer) çekimi potansiyel enerjisi



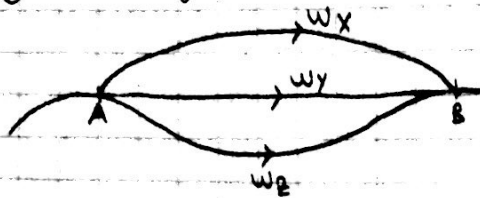
$$W_p = \vec{mg} \cdot \vec{d} = mg(y_i - y_i') \cos \theta$$
$$W = mgy_i - mgy_i' = -\Delta U$$

Esneklik (yay) potansiyel enerjisi

$$W = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2 = -\Delta U$$

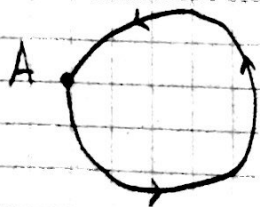
Korunumlu Kuvvet

1. İş yoldan bağımsızca korunumlu kuvvettir.

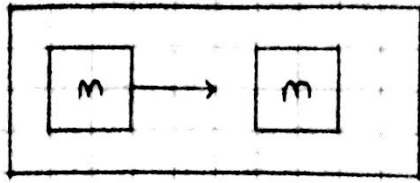


$$W_x = W_y = W_z$$

2. Aynı noktaya dönülürse yapılan toplam iş sıfırdır.



Korunumsuz Kuvvet



İş yola bağımlı (sürtünme kuvveti)

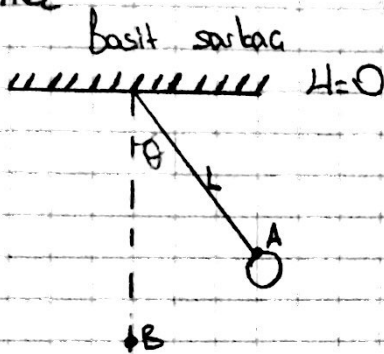
Mekanik Enerji Korunumu

$$E = K + U$$

$$E_i = E_f$$

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

Örnek



$$E_A = E_B$$

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$0 + mg(-L \cos \theta) = \frac{1}{2} m V_B^2 + mg(-L)$$

$$\sum F_r = T - mg = m \frac{V_B^2}{L}$$

$$V_B = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$$

Uyulan Kuvvet

$$W_s = -\Delta U$$

$$W_{uy} - \Delta U = \Delta K$$

$$W = \Delta K$$

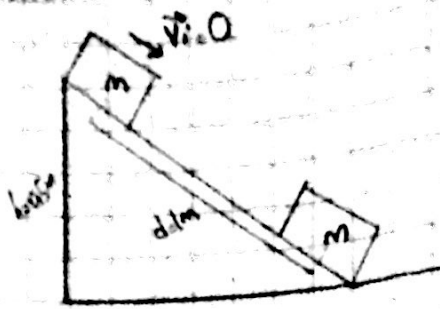
$$W_{uy} = \Delta K + \Delta U = \Delta E$$

Sürtünme Kuvveti

$$-f_k d = \Delta K + \Delta U = \Delta E$$

$$-f_k d = \Delta E = E_f - E_i$$

Örnek



$v_s = ?$

$F_s = 5N$

$m = 3kg$

$$E_i = K_i + U_i = 0 + mgy = 14,7J$$

$$E_s = K_s + U_s = \frac{1}{2}mv_s^2 + 0$$

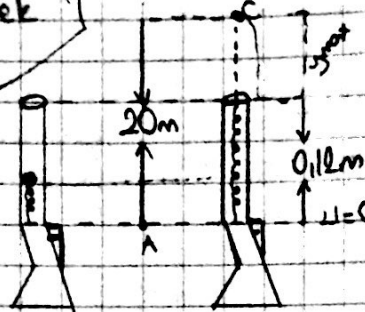
$$-f_k d = -5,1 = -5J$$

$$-f_k d = \Delta E = E_s - E_i$$

$$-5 = \frac{1}{2}mv_s^2 - 14,7J$$

$$v_s \approx 2,54 \text{ m/s}$$

Örnek



$m = 85g$

$k = ?$

$v_b = ?$

Sürtünmesiz

$$E_A = E_C$$

$$K_A + U_{pA} + U_{sA} = K_C + U_{pC} + U_{sC}$$

$$0 + 0 + \frac{1}{2}kx^2 = 0 + mgy + 0$$

$$k = 953 \text{ N/m}$$

$$E_A = E_B$$

$$0 + 0 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv_b^2 + mgy + 0$$

$$v_b = 19,7 \text{ m/s}$$

Korunumlu Kuvvetlere Potansiyel Enerji

$$W = F_x \Delta x = -\Delta U$$

$$F_x dx = -dU$$

$$F_x = -\frac{dU}{dx}$$

$$F_y = -\frac{dU}{dy}$$

$$F_z = -\frac{dU}{dz}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z$$

$$U = \frac{1}{2} kx^2$$

$$F_x = \frac{dU}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} kx^2 \right) = -kx$$

Yer Çekimi

$$U_g = mgy$$

$$F_g = -\frac{dU}{dy} = -\frac{d}{dy} (mgy) = -mg$$