

NEWTON'UN HAREKET YASALARINEWTON'UN HAREKET YASALARI

I. YASA: Bir cisme dışarıdan bir kuvvet etmezse ise, ya durgun halde kalır, ya da sabit hızla hareket eder (sıfır ivmeli). Yani

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$$

II. YASA: Bir cismin momentumunun değişme oranı, cisme etkiyen kuvvetle orantılıdır.

$$\vec{F} = K \frac{d}{dt} (M\vec{v}) = KM \frac{d\vec{v}}{dt} = KM\vec{a} \quad K=1 \text{ olucak.}$$

$$\left. \begin{array}{l} M : \text{gr} \\ a : \text{cm/s}^2 \end{array} \right\} F : \text{dyn} . \quad (1 \text{ dyn} : 1 \text{ gr'lık kitleye } 1 \text{ cm/s}^2 \text{ 'lik ivme veren kuvvettir.})$$

III. Uluslararası birim sisteminde; $M (\text{kg})$, $a (\text{m/s}^2)$ ve F 'de Newton olarak ölçülür.

$$1 \text{ N} = 10^3 \text{ gr} \times 100 \text{ cm/s}^2 = 10^5 \text{ dyn}.$$

$$\vec{F} = \frac{d}{dt} (M\vec{v}) \text{ ve } \frac{dM}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{F} = M\vec{a}$$

IV. YASA: İki cisim etkilediğinde 1. cismin 2. cisim üzerine etki ettiği $\vec{F}_{21}$ kuvveti 2. 'nin 1. üzerine etki ettiği $\vec{F}_{12}$ 'ye eşit ve zıt yönlüdür.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

III bu kuvvetler ayrı cisimlere etki.

②

$\vec{F} = 0$ için hareket: (1. yasaya örnek.)

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} = 0 \quad (\Rightarrow) \quad \vec{v} = \vec{v}_0 \text{ olmalı.}$$

2. $\vec{v}$ sıfır olsa idi
m aynı kalırdı.

"hem yönü ve hem de büyüklüğü sıfır olmalı."

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}_0$$

integrali alınarak $\vec{r}(t) = \vec{v}_0 t + \vec{r}_0$; $\vec{r}(t=0) = \vec{r}_0$.

KUVVETLER VE HAREKET DENKLEMLERİ:

($\vec{F}$ 'nin sıfır olmadığı durumlar)

① Sabit kütleli bir parçacık, net $\vec{F}$ kuvvetinin etkisi altında, Newton'un ikinci yasasına göre ivmelenir:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad (\text{Hareket denklemi})$$

Ardarda integrale edilerek, $\vec{v}$ ve $\vec{r}$ bulunur.

② Böyle bir denklemi gözlemek için; $\vec{F}$ kuvvetini, parçacığın yeri ve hızına bağımlılığını, varsa zamana bağımlılığını bilmemiz gerekir. Kuvvetin bu değişkenlere bağımlılığı karmaşık olursa hareket denkleminin görünümü de güç olur.

Birimler: Sesium elementinin atomsal sistemi 1 sn'yi tanımlamak için kullanılmaktadır.

③ Sesium atomunun $9.192.631.770$ salınım yapması için geçen zaman.

Uzunluk: $\rightarrow$ İngiliz

$\rightarrow$ Diğer (birimleri)

⑥ 1 cm Kr^{86} 'dan gelen kırmızı ışığın 16.507,6373 olan dalga boyudur.

⑦ İngiliz birim sist. 1 ayak = 12 inch , 1 yarda = 3 ayak , 1 mil = 1760 yarda.
(kütlerde; onz , libre , ton arasında benzer bağıntı yok)

$$\text{Kuvvet} = [M][\text{ivme}] = [M][L][T]^{-2}$$

$$\text{ivme} = \frac{[L]}{[T][T]} = [L][T]^{-2}$$

$$\text{Hız} = \frac{[L]}{[T]} = [L][T]^{-1}$$

$$\text{Kuvvet} = \frac{3}{5} \gamma v^2 \text{ 'ye bakalım.}$$

$$\gamma v^2 ; \quad \gamma = [M][L]^{-3} \quad v^2 = [L^2][T]^{-2}$$

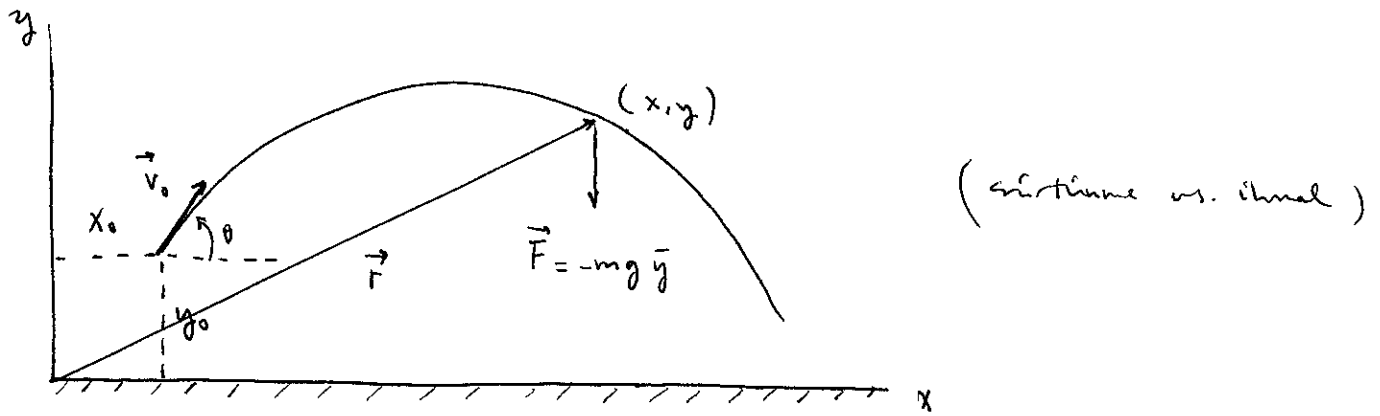
$$\gamma v^2 = [M][L]^{-3}[L]^2[T]^{-2} = [M][L]^{-1}[T]^{-2}$$

Halbuki kuvvet bğıntı $[M][L][T]^{-2}$ 'dir. O zaman bu birim adına diğer kuvvetler.

$$\frac{F}{L^2} = [M][L]^{-1}[T]^{-2} = \text{Basınç:}$$

(4)

DÜZ GÜN ÇEKİM ALANINDA BİR PARÇACIĞIN HAREKETİ:



$$\vec{F} = m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \text{ idi. (İ.Yasa)}$$

$$m \left[\bar{x} \frac{d^2 \bar{x}}{dt^2} + \bar{y} \frac{d^2 \bar{y}}{dt^2} \right] = -mg \bar{y}$$

$$\frac{d^2 \bar{y}}{dt^2} = -g \quad ; \quad \frac{d^2 \bar{x}}{dt^2} = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} x \text{ ve } y \text{ yönündeki başlangıç hız bileşenleri} \\ v_{0x} = v_0 \cos \theta, \quad v_{0y} = v_0 \sin \theta \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} x = x_0 + (v_0 \cos \theta) t \\ y = y_0 + (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$$t = \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta}$$

$$y - y_0 = v_0 \sin \theta \frac{x - x_0}{v_0 \cos \theta} - \frac{1}{2} g \frac{(x - x_0)^2}{v_0^2 \cos^2 \theta}$$

$$= - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \theta} \left[(x - x_0)^2 - \frac{2 v_0^2 \cos^2 \theta}{g} \cancel{v_0 \sin \theta} \frac{1}{\cancel{v_0 \cos \theta}} (x - x_0) \right]$$

$$= - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \theta} \left[(x - x_0)^2 - 2 \frac{v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g} (x - x_0) \right]$$

$$\left[+ \frac{v_0^4 \sin^2 \theta \cos^2 \theta}{g^2} \right]$$

$$y - y_0 = - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \left\{ \left[x - x_0 - \frac{v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta \right]^2 - \frac{v_0^4}{g^2} \sin^2 \theta \cos^2 \theta \right\}$$

$$y - y_0 - \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \left[x - x_0 - \frac{v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta \right]^2$$

$$y - \underbrace{\left(y_0 + \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \right)}_{y_1} = - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \left[x - \underbrace{\left(x_0 + \frac{v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta \right)}_{x_1} \right]^2$$

$$\boxed{y - y_1 = \frac{-g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} (x - x_1)^2}$$

Bu tepesi (x_1, y_1) de bulunan, aşağı açılan bir parabol'dür.

⊕ parçacığın ulaştığı maksimum yükseklik;

$$h = y_1 - y_0 = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \theta$$

⊕ Mermimin tekrar atış düzeyine gelinceye kadar yatayda aldığı yol,

$$R = 2(x_1 - x_0) = \frac{2v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta$$

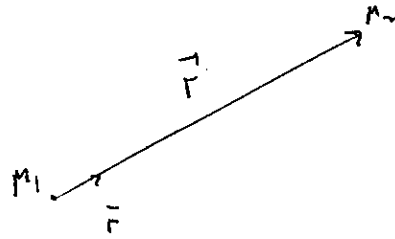
ÖRNEK: (Maksimum Menzil) R 'nin maksimum olması için atış hızı açısı ile atılmalıdır. $dR(\theta)/d\theta = 0$ 'da.

$$\frac{dR}{d\theta} = \frac{v_0^2}{g} 2 \cos 2\theta = 0 \quad (\Leftrightarrow) \quad 2\theta = \frac{\pi}{2} \quad \text{yani} \quad \theta = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

6

NEWTON'UN EVRENSSEL ÇEKİM YASASI :

$$\vec{F} = - G \frac{M_1 M_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$



$$G = 6.67 \times 10^{-8} \frac{\text{dyn} \cdot \text{cm}^2}{\text{gr}^2} = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

Merkezî bir kuvvettir. (Noktasal kütleleri birleştiren doğru boyunca)

Dünya yaklaşık küresel olduğundan,

$$mg = G \frac{M_1 M_2}{R_y^2}$$

$$\therefore F = G \frac{m M_y}{r^2} = \frac{G M_y}{R_y^2} \left(\frac{R_y}{r} \right)^2 = mg \left(\frac{R_y}{r} \right)^2 \quad G' \text{ ni bulunur.}$$

$$(m_g = m_e.)$$

ÖRNEK : (Dairesel Yörüngede Uydu) " Dünya ekvator düzleminde merkezi

$$G \frac{M_1 M_2}{r^2} = m \omega^2 r$$

$$\Rightarrow r^3 = \frac{G M_y}{\omega^2} = \frac{G M_y}{(2\pi)^2 T^2}$$

yerin merkezi ile aynıdır, bir uydu.
Uydunun dönme yönü daireseli ile aynı ise yörüngeseldir, ötekini uydunun doğru gider. "

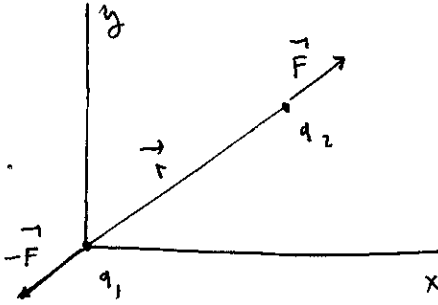
Uydunun ağırlık kuvveti dairesel kuvvetle eşit olsun ki uydu hareketine geçsin. "

$$\omega_y = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1 \text{ gün}} = \frac{2\pi}{8.64 \cdot 10^4} = 7.3 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$\omega = \omega_y \Rightarrow r^3 = 75 \cdot 10^{27} \Rightarrow r = 4.2 \times 10^9 \text{ cm} \quad \checkmark \left(= \frac{1}{10} R_{D-A} = 6 R_D \right)$$

$$R_y = 4.2 \times 10^9 \text{ cm.}$$

YÜKLÜ PARÇACIĞA ETKİYEN ELEKTRİK VE MAGNETİK KUVVETLER:



$$\vec{F} = \frac{q_1 q_2}{r^3} \vec{r} = \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

(Gauss Birim sist.)

- ④ Aralarında bir uzaklık 1 cm olan ve birbirlerini aynı 'lık' bir kuvvetle iten iki yük Gauss birim yükü olarak tanımlanır. (1 esb veya 1 statCoulomb)

$$[q] = [kuvvet]^{1/2} [uzunluk] = [kütle]^{1/2} [uzunluk]^{3/2} [zaman]^{-1}$$

$$= g r^{1/2} cm^{3/2} s^{-1} = esb = statCoulomb.$$

Uluslararası Birim sisteminde: 1 Coulomb = 1 C = 1 Amper.s = 1 A.s

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

$$[k] = [kuvvet] [uzunluk]^2 [yük]^{-2} = [\epsilon_0]^{-1}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

- ④ Protonun taşıdığı q_p yükü temel yükler ve evrensel olarak e ile gösterilir.

cgs Gauss birimleri ile değeri: $e = +4.8022 \times 10^{-10} \text{ esb}$

UBS : $e = +1.60210 \times 10^{-19} \text{ Coul}$

$$1 \text{ C} = 2.9979 \times 10^9 \text{ esb}$$

8

Elektirik Alan:

Alan siddeti $\vec{E}$: $\vec{F} = q \vec{E}$

$$\vec{E} = \frac{q}{r^2} \vec{r} \quad : \quad \vec{F} = q \vec{E}_2$$

$$1 \text{ dyn/esb} = 1 \text{ statvolt/cm}$$

"birim yikere etruiger kuvvet."

"birim yikere clarda birim uzaklik kade yende gosterilmesi iin geetli is."

UBS : $E \text{ (N/C)}$

$$\vec{E} = k \frac{q_1}{r^2} \vec{r} \quad 1 \text{ N/C} = 1 \text{ V/m}$$

statvolt/cm 'den V/m 'yi sevlme katsayısı : $= 2.9979 \cdot 10^9 \text{ V/m} = 1 \text{ statvolt/cm}$

$$1 \text{ V/m} = \frac{1}{2.9979 \times 10^9} \text{ statvolt/cm}$$

$$= \frac{1}{3 \cdot 10^9} \text{ statvolt/cm.}$$

Magnetik Alan ve Lorentz Kuvveti :

Magnetik Alan ve Lorentz Kuvveti:

9

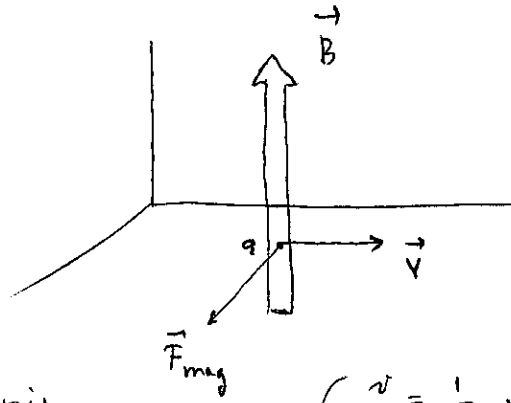
① Statik durum ele alındı. (Yükü parçacıklar birbirlerine ve göreceliye göre hareketsizdirler.)

② q yükü parçacığa etkiyen elektrostatik kuvvet,

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

③ q yükü göreceliye göre hareket ederse, hızına dik yönde ek bir kuvvetin etkisi altında kalacaktır. (Magnetik kuvvet)

$$\vec{F}_{\text{mag}} = \frac{q}{c} \vec{v} \times \vec{B}$$



" v/c boyutsuz olduğundan

B 'nin birimleri E 'nin birimlerinin aynıdır. "

F (dyn), q (esb) $\rightarrow B$ (Gauss), (G) demir.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{v}{c} = \frac{1}{10}, B = 10^4 \text{ Gauss} \\ F = (4.8 \times 10^{-10} \text{ esb}) \frac{1}{10} 10^4 \\ = 4.8 \times 10^{-7} \text{ dyn} \end{array} \right.$$

UBS birimlerinde $\vec{F}_{\text{mag}} = q \vec{v} \times \vec{B}$

q (Coulomb), v (m/s), F (Newton)

$\Rightarrow [B] = [N][s][C]^{-1}[m]^{-2} = \text{Tesla}$ (Weber/ m^2) ile gösteriliyordu.

$$1 \text{ Tesla} = 10^4 \text{ Gauss}$$

Bu birimlerde ; $B = 1T$, $v = 3 \cdot 10^7 \text{ m/s}$, $q = e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$\Rightarrow F = (1.6 \times 10^{-19}) (3 \cdot 10^7) (1.0) = 4.8 \times 10^{-12} \text{ N}$$

BS K

2

$$\vec{F} = q\vec{E} + \frac{q}{c}\vec{v} \times \vec{B} \quad (\text{Gauss sist.})$$

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} \quad (\text{MKS})$$

$$c = 2.9979 \times 10^{10} \text{ cm/s} = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$m = 0.9108 \times 10^{-27} \text{ gr} = 0.9108 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

$$m_p = 1.6724 \times 10^{-24} \text{ gr} = 1.6724 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

<u>Cgs Gauss</u>	<u>MKS</u>
F dyn	Newton
E statvolt/cm	V/m
v, c cm/s	m/s
B Gauss	Tesla
q esu	Coulomb

$$1 \text{ m/s} = 100 \text{ cm/s}$$

$$1 \text{ statvolt/cm} = 3 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

$$1 \text{ C} = 3 \cdot 10^9 \text{ statcoulomb (esu)}$$

$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ Gauss.}$$

$$\vec{F} = M\vec{a} = q\vec{E} \Rightarrow a = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{q}{M} \vec{E}$$

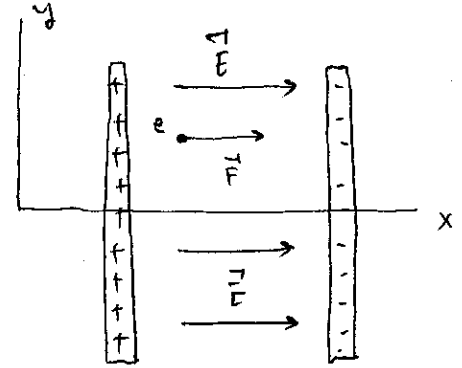
→ Bu sonuç $\vec{F} = -Mg\vec{y}$ düzgün çekim alanındaki parçacığın hareket denkleminin aynısıdır.

$$\vec{r}(t) = \frac{q\vec{E}}{2M} t^2 + \vec{V}_0 t + \vec{r}_0 ; \quad \vec{r}(0) = \vec{r}_0 \quad \vec{v}(0) = \vec{V}_0$$

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{q\vec{E}}{M} t + \vec{V}_0$$

Örnek : Protonun Boyuna İvmelenmesi.

Bir proton $E_x = 1 \text{ statvolt/cm}$ 'lık bir alan tarafından 1 nanosaniye ($= 10^{-9} \text{ s}$) süreyle durgun halden ivmelendi
riliyor. Son hızı nedir ?



$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{q}{M} \vec{E} t + \vec{V}_0$$

burada ; $v_x(t) = \frac{q}{M} E_x t$, $v_y = v_z = 0$

$$v_x \approx \frac{(4.8 \times 10^{-10} \text{ esb}) (1 \text{ statvolt/cm}) (1.10^{-9} \text{ s})}{(2 \cdot 10^{-24} \text{ gr})} \approx 2.4 \times 10^5 \text{ cm/s}$$

Örnek : Elektronun Boyuna İvmelenmesi :

Başlangıçta durgun olan bir elektron negatif x eksenine yönlüdeki 1 statvolt/cm 'lık elektrik alan tarafından 1 cm boyunca ivme
lendirilmiştir. Son hızı nedir ?

$$\begin{aligned} v_x(t) &= -\frac{e}{m} E_x t \\ x(t) &= -\frac{e}{2m} E_x t^2 \end{aligned} \left\{ \begin{aligned} v_x^2 &= \left(\frac{e}{m} E_x \right)^2 t^2 = \left(\frac{e}{m} E_x \right)^2 \left(-\frac{2m}{e} \frac{1}{E_x} \right) x \\ &= -\frac{2e}{m} E_x x = -\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-10}}{10^{-27}} (-1) = 10^{18} \text{ cm}^2/\text{s}^2 \\ |v_x| &= 10^9 \text{ cm/s} = 1/30 c \end{aligned} \right.$$

Elektronun Enine İvmelendirilmesi : Yukarıdaki örnekteki elektron demeti $\vec{E}_x$

İvmelendirici alanından çıktıktan sonra

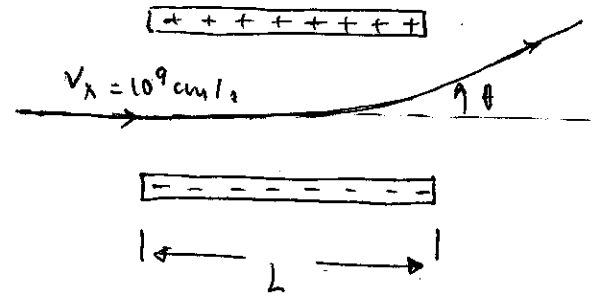
sehidesi gibi ona dik bir E_y saptırıcı alanına girerek $L = 1 \text{ cm}$ yol alıyor.

Alanın şiddeti $E_y = -0.1 \text{ statvolt/cm}$

olduğuna göre saptırıcı alandan çıkarken

elektron demetinin x -ekseni ile yaptığı

açı nedir?



$$v_x \tau = L \Rightarrow \frac{L}{v_x} = \tau = \frac{1}{10^9} = 10^{-9} \text{ s}$$

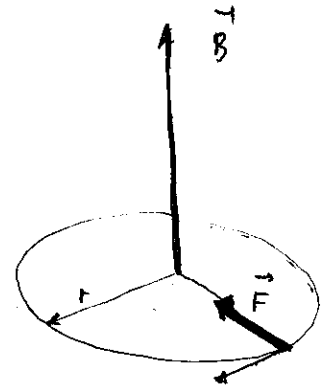
$$\text{Bu süre içinde kazanılan enine hız; } v_y = -\frac{e}{m} E_y \tau \approx -\frac{5 \cdot 10^{-10}}{10^{-27}} (-0.1) \cdot 10^9 \\ \approx 5 \cdot 10^{27} \text{ cm/s}$$

$$\theta = \arctg \frac{v_y}{v_x} = \arctan \frac{5 \cdot 10^{27}}{10^9} = 0.05$$

Düzgün Sabit Magnetik Alanda Hareket Parçacığın Hareketi:

$$M \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = M \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{q}{c} \vec{v} \times \vec{B}, \quad \vec{B} = B \vec{z}$$

$$\left. \begin{aligned} (\vec{v} \times \vec{B})_x &= v_y B \\ (\vec{v} \times \vec{B})_y &= -v_x B \\ (\vec{v} \times \vec{B})_z &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} \dot{v}_x &= \frac{q}{Mc} v_y B \\ \dot{v}_y &= -\frac{q}{Mc} v_x B \\ \dot{v}_z &= 0 \end{aligned}$$



$$\left. \begin{aligned} v_x(t) &= v_0 \sin \omega t \\ v_y(t) &= v_0 \cos \omega t \\ v_z(t) &= 0 \end{aligned} \right\} \omega = \frac{qB}{Mc} \equiv \omega_c \text{ alınış kopulu ile. (siklotron frekansı)}$$

⊕ i) iye y6nelmis $\frac{qBv_0}{c}$ magnetik kuvveti merkezil ivmeyi saęlar. Bunun b6y6k-
 l6ę6 v^2/r 'dir. ($\omega_c^2 r$)

$$\frac{q}{c} v_0 B = M \omega_c^2 r = M \omega_c v_0 \Rightarrow \omega_c = qB/Mc \quad \text{ve} \quad r = \frac{Mc v_0}{qB}$$

T6m y6r6nge nedir?

$$\left. \begin{aligned} v_x(t) &= v_0 \sin \omega_c t \\ v_y(t) &= v_0 \cos \omega_c t \\ v_z(t) &= \text{sbt.} = v_z \end{aligned} \right\} \begin{aligned} x &= \left(x_0 + \frac{v_0}{\omega_c} \right) - \frac{v_0}{\omega_c} \cos \omega_c t \\ y &= \left(y_0 + \frac{v_0}{\omega_c} \right) \sin \omega_c t \\ z &= z_0 + v_z t \end{aligned}$$

integral sabitleri

Bu denklemler yarıçapı $r_c = \frac{v_0}{\omega_c} = \frac{Mc v_0}{qB}$ olan ve merkezi $(x_0 + \frac{v_0}{\omega_c}, y_0)$ 'da

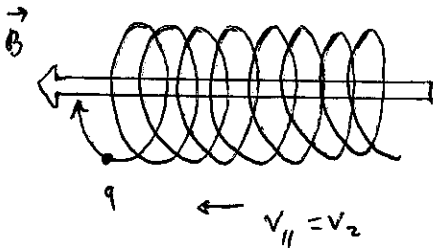
bulunan bir daire 6zerinde hareket eden bir parçacıdır. x, y koordinatları
 g6sterir. $t=0$ iken $z=z_0$ dan v_z s6r6tle z aęrultusunda hareket eder.

$$\vec{B} = B \vec{z}$$

Magnetik alan siddeti ile y6r6nge yarıçapı

garpımı :

$$B r_c = \frac{M v_z c}{q}$$



BS K

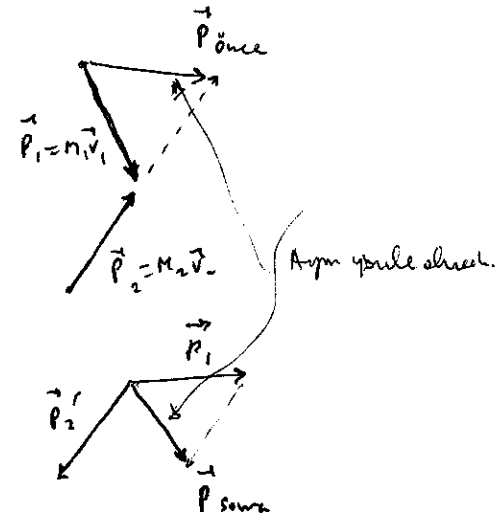
MOMENTUMUN KORUNUMU

"Sadece iç kuvvetlerin (sistemin kendi parçaları arasındaki kuvvetler) etkisi altındaki kapalı bir sistemde toplam çizgisel momentum sabittir. Zamanla değişmez."

⊕ İki parçacığın çarpışma problemi,

$$\vec{p}_1 (\text{önce}) + \vec{p}_2 (\text{önce}) = \vec{p}_1 (\text{sonra}) + \vec{p}_2 (\text{sonra})$$

$$\vec{p} = m \vec{v}$$



Newton'un 3. Yasası ile çıkarılışı:

$$1. \text{ Cisim için } \vec{F}_{12} = \frac{d\vec{p}_1}{dt} = \frac{d}{dt} (m_1 \vec{v}_1)$$

$$2. \text{ Cisim için } \vec{F}_{21} = \frac{d\vec{p}_2}{dt} = \frac{d}{dt} (m_2 \vec{v}_2)$$

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = 0 = \frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = \frac{d}{dt} (\vec{p}_1 + \vec{p}_2)$$

$$= \frac{d}{dt} (m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2)$$



$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \text{sbt} = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

1. Bu bir vektörel yasadır; iki parçacığın çarpışmasında vektör momentumlara toplamı bir doğrultuyu (doğru) tanımlar,

2. Yalnızca bu ilkenin uygulanması bir çarpışma problemini tek olarak çözmez.

2. noktaya örnek verelim.

Başlangıçta biri durgun olan eşit kütleli iki parçacığın çarpışmasını ele alalım.

- (a) Çarpışmadan sonra eşit kütleli iki parçacığın yapıştığını varsayın. Hızları nedir? Hareketli parçacığın başlangıçtaki hızı x -ekseni doğrultusunda olsun.

$$\vec{p}_1 = M_1 v_1 \bar{x}, \quad \vec{p}_2 = 0$$

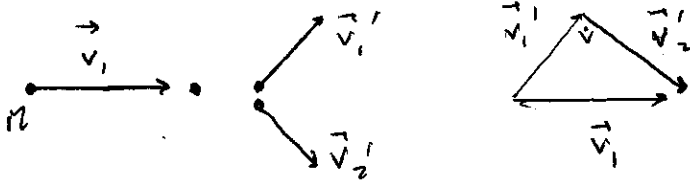
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = (M_1 + M_2) \vec{v}' = 2 M_1 \vec{v}' = \vec{p}_1 = M_1 v_1 \bar{x} \Rightarrow \vec{v}' = \frac{v_1}{2} \bar{x}$$

- (b) Çarpışma sonunda birinci parçacığın durduğunu varsayın. İkincinin hızı ne olur?

$$\vec{p}_1' + \vec{p}_2' = 0 + M_2 \vec{v}_2' = M_1 v_1 \bar{x} \Rightarrow \vec{v}_2' = v_1 \bar{x}$$

Örnek : Başlangıçta Birisi Durgun Olan Eşit kütleli iki parçacığın Esnek Çarpışma

Bu problemde, çarpışmadan sonra iki mom.'un ve hız vektörleri arasındaki açının 90° olduğunu ispatlamak istiyoruz.



$$M \vec{v}_1 = M (\vec{v}_1' + \vec{v}_2') \quad , \quad \boxed{\vec{v}_1 = \vec{v}_1' + \vec{v}_2'}$$

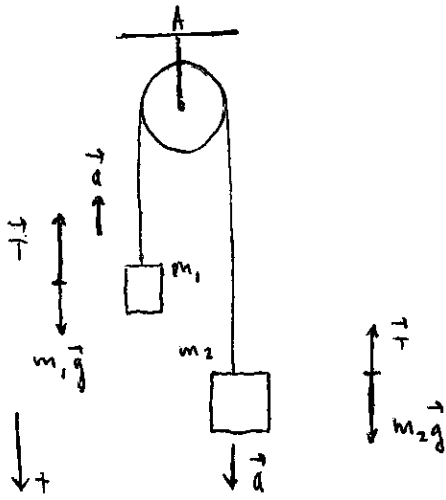
$$\text{Çarpışmanın esnek olması : } \frac{1}{2} M v_1^2 = \frac{1}{2} M v_1'^2 + \frac{1}{2} M v_2'^2$$

$$v_1^2 = v_1'^2 + v_2'^2$$

$$\vec{v}_1^2 = \vec{v}_1'^2 + \vec{v}_2'^2 + 2 \vec{v}_1' \cdot \vec{v}_2'$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{v}_1' \perp \vec{v}_2'}$$

Atwood Makinası:



1. Kütle için ;

$$\vec{T} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a} ; -T + m_1 g = -m_1 a$$

2. Kütle için ;

$$\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a} ; -T + m_2 g = m_2 a$$

$$\left. \begin{array}{l} T - m_1 g = m_1 a \\ -T + m_2 g = m_2 a \end{array} \right\} \Rightarrow (m_2 - m_1) g = (m_1 + m_2) a ; a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g$$

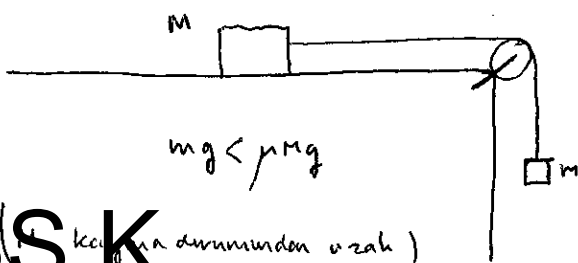
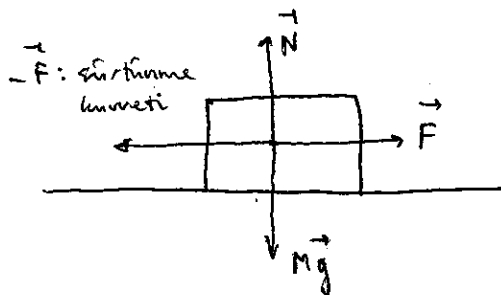
$$T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

ipin sağlamlığı ne olmalıdır? Bu gerilme altında kırılmamalıdır. Tani düzüm halinde $mg = T$ 'yi sağlayan bir kütleyi taşımalıdır? En azından

$$m = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

kütlesini taşıyacak kadar sağlam olmalıdır.

DEĞME KUVVETLERİ ; SÜRTÜNME



Sürtünme kuvveti ne kadar büyük olabilir?

Her zaman (hareket ettirilemeyen cisimler dışında) cismi kaydıracak kadar büyük bir kuvvet uygulayabiliriz. Deneyisel olarak

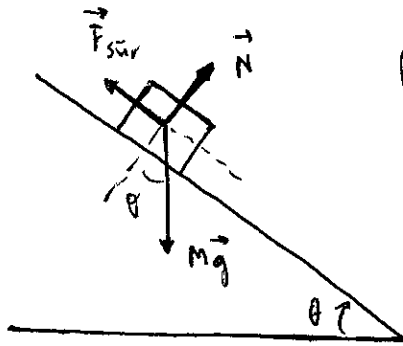
$$F_{\max} = \mu N$$

↑ statik sürt.katsayısı.

Uygulanan kuvvete göre statik sürtünme kuvveti μN 'ye kadar değerler alabilir.

(17)

Örnek : μ 'nin ölçülmesi :



(Tam kayma anında .)

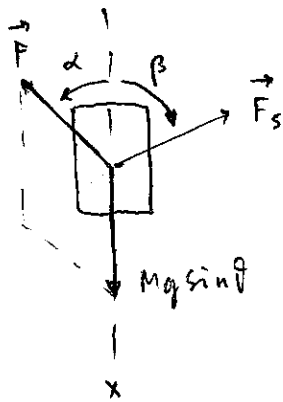
$$M\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{sür}} = \vec{0}$$

$$N = Mg \cos \theta \quad , \quad F_{\text{sür}} = Mg \sin \theta \quad , \quad F_{\text{sür}} = \mu N$$

$$\mu = \frac{F_{\text{sür}}}{N} = \frac{Mg \sin \theta}{Mg \cos \theta} = \tan \theta$$

Örnek : Değişken Yönlü Teğetsel Kuvvet Altında Kayma :

M kütleli bir cisim eğik bir düzlemde bulunmaktadır. Sürtünme katsayısı $\mu > \tan \theta$. Kaymaya başlatacak düzleme paralel kuvvetin büyüklüğünü kuvvetin düzlemin yukarı yönüyle yapacağı açı α sıradan bulunuz. (Zorunlu olarak yukarı ya da aşağı yönde olmayan düzleme paralel bir kuvvet cismi kaydırır ise , hangi yönde kaymaya başlayacağını kuvvetin yönü sıradan bulunuz.)



$$F_s = \mu N = \mu Mg \cos \theta$$

$$F \cos \alpha + F_s \cos \beta = Mg \sin \theta \quad ; \quad F_s \sin \beta = F \sin \alpha$$

veya

$$F \cos \alpha + \mu Mg \cos \theta \cos \beta = Mg \sin \theta$$

$$F \sin \alpha = \mu Mg \cos \theta \sin \beta$$

$$\frac{F}{Mg} = \cos \alpha \sin \theta \pm \sqrt{\cos^2 \alpha \sin^2 \theta + \mu^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta}$$

$$\alpha = 0 \text{ için } F = Mg \sin \theta + \mu Mg \cos \theta$$

$$\alpha = \pi \text{ için } F = -Mg \sin \theta + \mu Mg \cos \theta$$

$\mu = \tan \theta$ ve $\alpha = \pi$ olursa $F = 0$ olacaktır. F bu yukarıdaki değerinden biraz büyük olacak olursa cisim kayar. Yukarıdaki denklemlerden β 'nin değeri

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{\mu} (\cos \alpha \tan \theta + \sqrt{\mu^2 - \tan^2 \theta \sin^2 \alpha})$$

