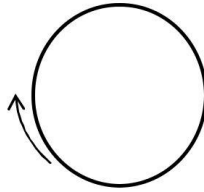


## HIGIDURA (1) ARIKETEN EBAZPENAK 9-19

9.-Txirrindulari batek 45m-ko erradioa duen pista zirkular batean birak ematen ditu 10m/s-ko abiadura konstantez.

a) Marraz itzazu honako bektoreak: azelerazio tangenziala, azelerazio normala eta azelerazio totala.



b) Kalkula ezazu honako bektoreen moduluak: azelerazio tangenziala, azelerazio normala eta azelerazio totala.

$R = 45\text{m} // V = 10\text{m/s} \rightarrow$  abiaduraren moduloa konstantea da (egongo denboraren menpe)

b)  $a_t = \frac{dv}{dt} = 0$  ( $v = \text{kto delako}$ )

$|\vec{a}_N| = \frac{v^2}{R} = \frac{10^2}{45} = \{2,22 \text{ m/s}^2\}$  Azelerazio normalaren moduloa.

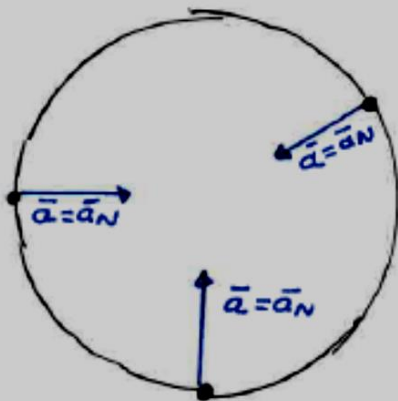
$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_N = a_N \cdot \vec{u}_N = \{2,22 \cdot \vec{u}_N \text{ (m/s}^2\}$  Aldiuneko azelerazioaren bektorea.

$|\vec{a}| = 2,22 \text{ m/s}^2$

Aldiuneko azelerazioaren moduloa.

Moduloa kta deneg  $2,22 \text{ m/s}^2$  edozein puntutan berdina izango da, eta bat egiten du azelerazio normalarekin.

a)



• Aldiuneko azelerazioaren bektorea konstantea deneg ibilbidean edozein puntutan bat egiten du azelerazio normalarekin, azelerazio tangenzialarik ez dagoelako.

10- Partikula baten posizio-bektorea hauxe da:  $\vec{r}(t) = 2t\vec{i} + (3t^2 + 1)\vec{j}$ ; SI sistemako unitatetan. Determina itzazu:

- $t=0$  s eta  $t=4$  s aldiuneetako posizio-bektoreak.
- Aipaturiko aldiuneen arteko desplazamendu-bektorea eta horren modulua.
- Ibilbidearen ekuazioa.

$\vec{r}(t) = 2t\vec{i} + (3t^2 + 1)\vec{j}$  Posizio bektorea denbora  $t$  funtzioan, higiduraren ekuazioa da.

a)  $\vec{r}_0$  eta  $\vec{r}_4$ ? koefizienteak  $\vec{r}(t)$  erabiliko dugun aldiunak ordezkatuz.

$$t=0\text{s} \rightarrow \vec{r}_0 = 2 \cdot 0\vec{i} + (3 \cdot 0^2 + 1)\vec{j} = 1\vec{j} \text{ (m)}$$

$$t=4\text{s} \rightarrow \vec{r}_4 = 2 \cdot 4\vec{i} + (3 \cdot 4^2 + 1)\vec{j} = 8\vec{i} + 49\vec{j} \text{ (m)}$$

b)  $\Delta\vec{r}_{0-4}$  → Desplazamendu bektorea da posizio aldaketa denbora tartear.

$$\Delta\vec{r}_{0-4} = \vec{r}_4 - \vec{r}_0 = (8\vec{i} + 49\vec{j}) - (1\vec{j}) = 8\vec{i} + 48\vec{j} \text{ (m)} \rightarrow \text{Desplazamendu bektorea, doana } \vec{r}_0 \text{ -tik } \vec{r}_4 \text{-sara.}$$

$$\Delta r_{0-4} = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{8^2 + 48^2} = 48,66 \text{ m} \rightarrow \text{posizio bektorearen moduloak egindako distantzia guzuna } \vec{r}_0 \text{-tik } \vec{r}_4 \text{-ra ahalizten du.}$$



c) Ibilbidearen ekuazioa,  $y=f(x)$ , jakiteko, ekuazio parametrikoeak behar ditugu; higiduraren ekuazioaren osagaiak:

$$\begin{cases} x = 2t \\ y = 3t^2 + 1 \end{cases} \left. \begin{array}{l} t = x/2 \\ y = 3(x/2)^2 + 1 = \frac{3x^2}{4} + 1 = 0,75x^2 + 1 \end{array} \right\} \rightarrow y = 0,75x^2 + 1 \text{ Ibilbidea parabola bat da.}$$

11.- Gorputz baten higiduraren ekuazioa hau da:  $\vec{r} = (t \vec{i} + (t^2 + 2) \vec{j})$  m  
 Kalkula ezazu jatorrirainoko distantzia  $t = 2$ s denean

$$\vec{r} = t \vec{i} + (t^2 + 2) \vec{j} \text{ (m)} \rightarrow \text{Higiduraren ekuazioa}$$

a)  $t = 2$ s jatorrirainoko distantziak bat egiten du  
 posizio bektorearen moduloarekin  $\vec{r}$  sengunduan.  
 Hau kalkulatzeko lehenbizi behar dugu posizio bektorea  
 $\vec{r}$  sengunduan, eta higiduraren ekuaziotik lortuko dugu  $t$  ordezkatuz.

$$\vec{r}_2 = \underset{x}{2} \vec{i} + \underset{y}{6} \vec{j} \text{ (m)} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{r}_2 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{2^2 + 6^2} = \underline{\underline{6.32 \text{ m}}} \end{array} \right.$$

12.- Higikari baten abiaduraren bektorea Hau da,  $\vec{v} = (2t^2 - 2) \vec{i} - 3t \vec{j}$ , SI sistemako unitatetan.  
 Kalkula ezazu 1s eta 4s aldiuneeen arteko batz besteko azelerazio bektorea eta baita  
 horren modulua ere.

$$\vec{v} = (2t^2 - 2) \vec{i} - 3t \vec{j} \text{ (m/s)} \rightarrow \text{Aldiuneko abiaduraren bektorea da } t\text{-aren funtzioan dagoelako.}$$

$$\vec{a}_{m_{1-4}} = \frac{\Delta \vec{v}_{1-4}}{\Delta t_{1-4}} = \frac{\vec{v}_4 - \vec{v}_1}{t_4 - t_1}$$

• Aldiuneko abiadura  $t = 1\text{s} - t_{au} \Rightarrow \vec{v}_1 = -3 \vec{j} \text{ (m/s)}$

• " " "  $t = 4\text{s} - t_{au} \Rightarrow \vec{v}_4 = 30 \vec{i} - 12 \vec{j} \text{ (m/s)}$

$$\left\{ \vec{a}_{m_{1-4}} \right\} = \frac{(30 \vec{i} - 12 \vec{j}) - (-3 \vec{j})}{3} = \left\{ \begin{array}{l} \underline{\underline{10 \vec{i} - 3 \vec{j} \text{ (m/s}^2)}} \\ \downarrow \quad \downarrow \\ a_x \quad a_y \end{array} \right\} \text{ batz besteko azelerazioaren bektorea 1s-4s artean.}$$

$$\underline{\underline{a_{m_{1-4}}}} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{10^2 + (-3)^2} = \underline{\underline{10.44 \text{ m/s}^2}} \text{ Higikariak duen batz besteko azelerazioa 1s-4s tartean.}$$

13.- Higidari baten posizio-bektorea hau da:

$\vec{r}(t) = (t-3)\vec{i} - 2t^3\vec{j}$  SI sistemako unitatetan. Kalkula itzazu:

a)  $t=0s$  eta  $t=2s$ aldiuneeen arteko batz besteko abiadura-bektorea.

b)  $t=1s$  eta  $t=3s$ aldiuneeen arteko batz besteko azelerazio-bektorea.

c)  $t=2s$ aldiuneko azelerazio-bektorea eta bere modulua.

$$\vec{r}(t) = (t-3)\vec{i} - 2t^3\vec{j} \text{ (m)} \rightarrow \text{Higiduraren ekuazioa}$$

$$a) \vec{v}_{m_{0-2}} = \frac{\Delta \vec{r}_{0-2}}{\Delta t_{0-2}} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_0}{t_2 - t_0} = \frac{(-1\vec{i} - 16\vec{j}) - (-3\vec{i})}{2} = \frac{2\vec{i} - 16\vec{j}}{2} = \vec{i} - 8\vec{j} \text{ (m/s)}$$

Batz besteko  
abiaduraren  
bektorea.

$$b) \vec{a}_{m_{1-3}} \rightarrow \vec{a}_{m_{1-3}} = \frac{\Delta \vec{v}_{1-3}}{\Delta t_{1-3}} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_1}{t_3 - t_1}$$

• kalkulatu ahalizateko aldiuneko abiaduraren bektorea behar dugu  $\vec{v}_3$  eta  $\vec{v}_1$  kalkulatu ahalizateko.

• Aldiuneko abiaduraren bektorea:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \{ 1\vec{i} - 6t^2\vec{j} \text{ (m/s)} \}$$

$$\left. \begin{array}{l} \vec{v}_1 = 1\vec{i} - 6\vec{j} \text{ m/s} \\ \vec{v}_3 = 1\vec{i} - 54\vec{j} \text{ m/s} \end{array} \right\} \text{Aldiuneko abiadurak 1s eta 3s-tan.}$$

$$\vec{a}_{m_{1-3}} = \frac{(1\vec{i} - 54\vec{j}) - (1\vec{i} - 6\vec{j})}{3-1} = \frac{-48\vec{j}}{2} = -24\vec{j} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Batz besteko azelerazioaren  
bektorea.

c)  $\vec{a}_2 \rightarrow$  Aldiune konkretu batean kokatzen dugu, aldiuneko azelerazioaren bektorea behar dugu.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = -12t\vec{j} \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{Aldiuneko azelerazioaren bektorea.}$$

$$\vec{a}_2 = -12 \cdot 2\vec{j} = -24\vec{j} \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{2. segunduan azelerazioaren bektorea.}$$

$$a_2 = 24 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{Higidariak 2. segunduan duen azelerazioa. (modulua)}$$

14.-Higikari baten posizio-bektorea honako hau da:  $\vec{r}(t) = (t^2 + 2)\vec{i} - (3t - 1)\vec{j}$  SI sistemako unitatetan. Kalkulatu:

- $t=1$  eta  $t=4$ s aldiuneeen arteko batz besteko abiadura-bektorea eta bere modulua.
- $t=3$ s aldiuneko abiadura-bektorea.
- $t=2$  eta  $t=3$ s aldiuneeen arteko batez besteko azelerazio-bektorea.
- $t=4$ s aldiuneko azelerazio-bektorea eta bere modulua.

$\vec{r}(t) = (t^2 + 2)\vec{i} - (3t - 1)\vec{j}$  (m) Higiduraren ekuazioa

a)  $\vec{v}_{1-4} = \frac{\Delta \vec{r}_{1-4}}{\Delta t_{1-4}} = \frac{\vec{r}_4 - \vec{r}_1}{t_4 - t_1} = \frac{(18\vec{i} - 11\vec{j}) - (3\vec{i} - 2\vec{j})}{3} = \frac{15\vec{i} - 9\vec{j}}{3} = 5\vec{i} - 3\vec{j}$  (m/s)

•  $\vec{r}(1) = 3\vec{i} - 2\vec{j}$  (m)  
 •  $\vec{r}(4) = 18\vec{i} - 11\vec{j}$  (m)

Higiduraren ekuazioatik aterata. Batz besteko abiaduraren bektorea 1s-4s tartean.

$v_{1-4} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{5^2 + (-3)^2} = \sqrt{34} = 5,8$  m/s } Batz besteko abiaduraren modulua 1s-4s tartean.

b)  $\vec{v}_3 \rightarrow$  kalkulatzeko, aldiuneko abiaduraren bektorea behar dugu:

$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 2t\vec{i} - 3\vec{j}$  (m/s)  $\xrightarrow{t=3s} \vec{v}_3 = 2 \cdot 3\vec{i} - 3\vec{j} = 6\vec{i} - 3\vec{j}$  (m/s)

Abiaduraren bektorea 3. segunduan.

c)  $\vec{a}_{2-3} = \frac{\Delta \vec{v}_{2-3}}{\Delta t_{2-3}} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_2}{3 - 2}$

Aldiuneko abiaduraren bektorea:  $\vec{v} = 2t\vec{i} - 3\vec{j}$   $\left\{ \begin{array}{l} \vec{v}_2 = 4\vec{i} - 3\vec{j} \text{ m/s} \\ \vec{v}_3 = 6\vec{i} - 3\vec{j} \text{ m/s} \end{array} \right.$

$\vec{a}_{2-3} = \frac{(6\vec{i} - 3\vec{j}) - (4\vec{i} - 3\vec{j})}{1} = 2\vec{i}$  m/s<sup>2</sup> Batz besteko azelerazioaren bektorea 2s-3s denbora tartean.

d)  $\vec{a}_4 \rightarrow$  Aldiune konkretu baten azelerazioa denez, aldiuneko azelerazioaren bektorea behar dugu; horretarako aldiuneko abiaduraren bektorearen deribatu a denbararekiko ezin dugu:

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 2\vec{i}$  m/s<sup>2</sup> Aldiuneko azelerazioaren bektorea, denbararen menpe ez dagoenez, edozein aldiunetara balioa berdina da.

$\vec{v} = 2t\vec{i} - 3\vec{j}$

$\vec{a}_4 = 2\vec{i} \Rightarrow |\vec{a}_4| = 2$  m/s<sup>2</sup> 4. segunduan higikariaren azelerazioa 2 m/s<sup>2</sup>koa da eta konstantea denez edozein aldiunetara 2 m/s<sup>2</sup>-koa da.

Bektorea  $t=4$ s      Modulua  $t=4$ s

15.- Lerro zuzenean dabilen higikari baten abiadura:

$$\vec{v}(t) = (t^2 - 3) \vec{i} \text{ da, SI sistemako unitatetan. Determinatu:}$$

- a)  $t_0=1s$  eta  $t=3s$  aldiuneeen arteko batz besteko azelerazio-bektorea eta horren modulua.  
 b)  $t=1s$  aldiuneko azelerazio-bektorea eta horren modulua.

$$\vec{v}(t) = (t^2 - 3) \vec{i} \rightarrow \text{Aldiuneko abiaduraren bektorea } t\text{-juntzioan dago elako.}$$

$$a) \overline{a}_{1-3} = \frac{\Delta \overline{v}_{1-3}}{\Delta t_{1-3}} = \frac{\overline{v}_3 - \overline{v}_1}{3-1} \rightarrow \text{batz besteko azelerazioaren bektorea.}$$

• Aldiuneko abiaduraren bektoretik:

$$\overline{v}_1 = -2\vec{i} \frac{m}{s} \parallel \overline{v}_3 = 6\vec{i} \text{ m/s}$$

$$\overline{a}_{1-3} = \frac{6\vec{i} - (-2\vec{i})}{2} = \frac{8\vec{i}}{2} = 4\vec{i} \text{ m/s}^2 \text{ Batz besteko azelerazioaren bektorea } 1s-3s \text{ tartean.}$$

$$\overline{a}_{1-3} = 4 \text{ m/s}^2 \text{ Bektorearen modulua} \rightarrow \text{Higikariaren duen batz besteko azelerazioa } 1s-3s \text{ denbora tartean}$$

b)  $\overline{a}_1 \rightarrow$  Azelerazioa aldiune konkretu batean denez, lehendabizi aldiuneko azelerazioaren bektorea behar dugu, horretarako deribatu behar dugu aldiuneko abiaduraren bektorea denborarekiko.

$$\overline{a} = \frac{d\overline{v}}{dt} = 2t \vec{i} \text{ (m/s}^2\text{)} \rightarrow \text{Aldiuneko azelerazioaren bektorea.}$$

$$\overline{a}_1 = 2 \cdot 1 \vec{i} = 2\vec{i} \text{ (m/s}^2\text{)} \rightarrow \text{Azelerazioaren bektorea denbora } 1s \text{ denean}$$

$$a_1 = 2 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{Azelerazioaren modulua denbora } 1s \text{ denean} = \text{denbora } 1s \text{ denean higikariaren azelerazioa } 2 \text{ m/s}^2\text{-koada.}$$

16.-.-Higikari baten abiaduraren ekuazioa hau da:  $\vec{v} = (4t\vec{i} + 2\vec{j})$  m/s . Kalkulatu batz besteko azelerazio-bektorea  $t = 1s$  eta  $t = 4s$  denbora tartean.

$$\vec{v} = (4t\vec{i} + 2\vec{j}) \text{ m/s} \rightarrow \Delta \text{ldiuneko abiaduraren bektorea (t juntzioan dagoelako adierazita)}$$

$$a) \bar{a}_{1-4} = \frac{\Delta \bar{v}_{1-4}}{t_4 - t_1} = \frac{\bar{v}_4 - \bar{v}_1}{4-1} \rightarrow \text{Batz besteko azelerazioaren bektorea 1s-4s tartean.}$$

• Aldiuneko abiaduren kalkulua :

$$\left. \begin{array}{l} \bar{v}_1 = 4\vec{i} + 2\vec{j} \\ \bar{v}_4 = 16\vec{i} + 2\vec{j} \end{array} \right\} \text{Aldiuneko abiaduraren bektorean t ordezkatu}$$

$$\bar{a}_{1-4} = \frac{(16\vec{i} + 2\vec{j}) - (4\vec{i} + 2\vec{j})}{3} = \frac{12\vec{i} + 0\vec{j}}{3} = 4\vec{i} \text{ m/s}^2$$

Ikusten den bez bektorea ez dago denboraren menpe, ondorioz, azelerazioa konstantea izango da 1s-4s denbora tartean  $a_{1-4} = 4 \text{ m/s}^2$

17.-Objektu baten higiduraren ekuazioa honako hau da :  $\vec{r} = 2t\vec{i} + (2t^2 + 5)\vec{j}$

Kalkula ezazu:

- Desplazamendua  $t=2$  s eta  $t=4$  s aldiuneeen artean.
- Denbora tarte horri dagokion batez besteko abiadura bektorea eta bere modulua.
- Aldiuneko abiadura eta aldiuneko azelerazioa bektoreen balioak  $t=4$  s aldiunean.

$\vec{r} = 2t\vec{i} + (2t^2 + 5)\vec{j}$

a) Desplazamendua bat egiten du posizio aldaketarekin bi aldiuneeen artean ; posizio bektoreak 2s eta 4s-tan ezagutu behar ditugu :

$\{\Delta\vec{r}_{2-4}\} = \vec{r}_4 - \vec{r}_2 = (8\vec{i} + 37\vec{j}) - (4\vec{i} + 13\vec{j}) = \{4\vec{i} + 24\vec{j}\} \text{ (m)}$  } Desplazamendu bektorea 2s-4s tartean

•  $\vec{r}_2 = 2 \cdot 2\vec{i} + (2 \cdot 2^2 + 5)\vec{j} = 4\vec{i} + 13\vec{j} \text{ (m)}$  →  $\vec{r}$  denbora 2s denean

•  $\vec{r}_4 = 2 \cdot 4\vec{i} + (2 \cdot 4^2 + 5)\vec{j} = 8\vec{i} + 37\vec{j} \text{ (m)}$  →  $\vec{r}$  denbora 4s denean

b)  $\vec{v}_m$  eta  $|\vec{v}_m|$   $t=2$  eta  $t=4$  s artean

$\{\vec{v}_{m_{2-4}}\} = \frac{\Delta\vec{r}_{2-4}}{\Delta t_{2-4}} = \frac{4\vec{i} + 24\vec{j}}{2} = \{2\vec{i} + 12\vec{j}\} \text{ (m/s)}$  } Batez besteko abiaduraren bektorea 2s-4s tartean

$\{v_{m_{2-4}}\} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{2^2 + 12^2} = \{12,6 \text{ m/s}\}$  } Batez besteko abiadura 2s-4s-tartean

c)  $\vec{v}$  eta  $v$   $t=4$  s

Aldiuneko abiadura denez, lortuko dugu higiduraren ekuazioa deribatuz denborarekiko.

$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 2\vec{i} + 4t\vec{j} \xrightarrow{t=4s} \{\vec{v}_4\} = 2\vec{i} + 4 \cdot 4\vec{j} = \{2\vec{i} + 16\vec{j}\} \text{ (m/s)}$  → 4. segunduan abiaduraren bektorea.

$\{v_4\} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{2^2 + 16^2} = \{16,12 \text{ m/s}\}$  → Abiadura 4. segunduan

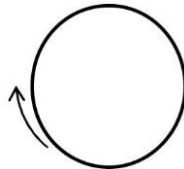
$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(2\vec{i} + 4t\vec{j})}{dt} = \{4\vec{j}\} \text{ m/s}^2$  • Aldiuneko azelerazioaren bektorea

• kta denez  $a_4 = 4 \text{ m/s}^2$



18.- Gure higikaria zirkuitu zirkular batetik doa eta bere abiadura-modulua honela aldatzen da denborarekin  $|\vec{v}| = 2t^2 + 1$  zirkuituaren erradioa 200m-koa bada, kalkula ezazu:

- Higikariari dagokion azelerazio tangenziala,  $t=10s$  aldiunean.
- Higikariari dagokion azelerazio normala,  $t=10s$  aldiunean.
- Higikariari dagokion aldiuneko azelerazio bektorea,  $t=10s$  aldiunean, eta dagokion modulua.
- Higikariaren higidura noranzkoa irudian agertzen dena bada, aukera ezazu edozein puntua eta marraz itzazu dagozkion honako bektoreak  $\vec{a}_t$ ,  $\vec{a}_N$ ,  $\vec{a}$



$R=200m \rightarrow$  zirkunferentziaren erradioa  
 $|\vec{v}| = 2t^2 + 1 \rightarrow$  Aldiuneko abiaduraren modulua

a)  $a_{t,10} ?$

$$a_t = \frac{d|\vec{v}|}{dt} = 4t \text{ (m/s}^2) \xrightarrow{t=10s} \{ \vec{a}_{t,10} \} = 4 \cdot 10 = \{ 40 \text{ m/s}^2 \} \rightarrow \vec{a}_{t,10} = 40 \vec{u}_t$$

Azelerazio tangenzialaren balioa  $t=10s$  denean.

b)  $a_{N,10} ?$

$$\{ \vec{a}_{N,10} \} = \frac{v_{10}^2}{R} = \frac{(201)^2}{200} = \{ 202 \text{ m/s}^2 \} \quad \text{Azelerazio normalaren balioa } t=10s \text{ denean.}$$

•  $v = 2t^2 + 1 \xrightarrow{t=10} \vec{v}_{10} = 2 \cdot 100 + 1 = \{ 201 \text{ m/s} \}$  Abiaduraren modulua  $t=10s$  denean.

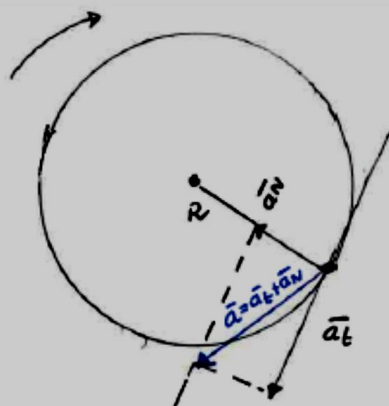
c)  $\vec{a}_{10} ?$

$$\vec{a}_{10} = \vec{a}_{t,10} + \vec{a}_{N,10} = a_{t,10} \vec{u}_t + a_{N,10} \vec{u}_N = 40 \vec{u}_t + 202 \vec{u}_N \text{ (m/s}^2)$$

Aldiuneko azelerazioaren bektorea  $t=10s$  denean.

$$|\vec{a}_{10}| = \sqrt{a_N^2 + a_t^2} = \sqrt{40^2 + 202^2} = \{ 206 \text{ m/s}^2 \}$$

Higikariaren azelerazioa 10. segunduan.



19.-Objetu baten higidura-ekuazioa hau da:  $\vec{r} = (t^2 - 2t)\vec{i} + (2t + 5)\vec{j}$

Kalkula ezazu:

- Batez besteko abiadura bektorea  $t=1$  s eta  $t=3$  s aldiuneeen artean.
- Aldiuneko abiadura bektorea  $t=2$ s aldiuneean eta dagokion modulua.
- Aldiuneko azelerazio bektorea  $t=2$ s aldiuneean.

$$\vec{r} = (t^2 - 2t)\vec{i} + (2t + 5)\vec{j}$$

$$a) \left\{ \overline{\vec{v}}_{1-3} \right\} = \frac{\Delta \vec{r}_{1-3}}{\Delta t_{1-3}} = \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_1}{2} = \frac{(3\vec{i} + 11\vec{j}) - (-1\vec{i} + 7\vec{j})}{2} = \frac{4\vec{i} + 4\vec{j}}{2} = \underline{\underline{2\vec{i} + 2\vec{j} \text{ (m/s)}}$$

$$\begin{aligned} \cdot \vec{r}_1 &= -1\vec{i} + 7\vec{j} \text{ (m)} \\ \cdot \vec{r}_3 &= 3\vec{i} + 11\vec{j} \text{ (m)} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \cdot \vec{r}_1 &= -1\vec{i} + 7\vec{j} \text{ (m)} \\ \cdot \vec{r}_3 &= 3\vec{i} + 11\vec{j} \text{ (m)} \end{aligned}} \right\} \text{Posizio bektoreak}$$

Batez besteko  
abiaduraren  
bektorea 1s eta  
3s tartean.

b)  $\vec{v}_2$ ?  $v_2$ ?

Aldiuneko abiadura bektorea kalkulatzeko deribatzen behar dugun higiduraren ekuazioa,  $\vec{r}(t)$ , denborarekiko:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (2t - 2)\vec{i} + 2\vec{j} \text{ (m/s)} \xrightarrow{t=2s} \left\{ \underline{\underline{\vec{v}_2}} \right\} = (2 \cdot 2 - 2)\vec{i} + 2\vec{j} = \underline{\underline{2\vec{i} + 2\vec{j} \text{ (m/s)}}$$

Aldiuneko abiaduraren  
bektorea denbora 2s denean.

$$\left\{ \underline{\underline{v_2}} \right\} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = \underline{\underline{2\sqrt{2} \text{ m/s}}}$$

Higiduraren abiadura 2. segundotan.

c)  $\vec{a}_2$ ?

Aldiuneko azelerazioaren bektorea behar dugunetz, kalkulatzeko aldiuneko abiaduraren deribatzen denborarekiko egin behar dugu:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 2\vec{i} + 0\vec{j} = \underline{\underline{2\vec{i} \text{ (m/s}^2)}} \xrightarrow{t=2s} \left\{ \underline{\underline{\vec{a}_2}} \right\} = \underline{\underline{2\vec{i} \text{ (m/s}^2)}}}$$

Aldiuneko azelerazioaren  
bektorea. Ez dago denboraren  
menpe, beraz edozein aldiuneean  
balio berdinak  $\Rightarrow \vec{a} = kta$

Azelerazioaren  
bektorea 2. segundotan