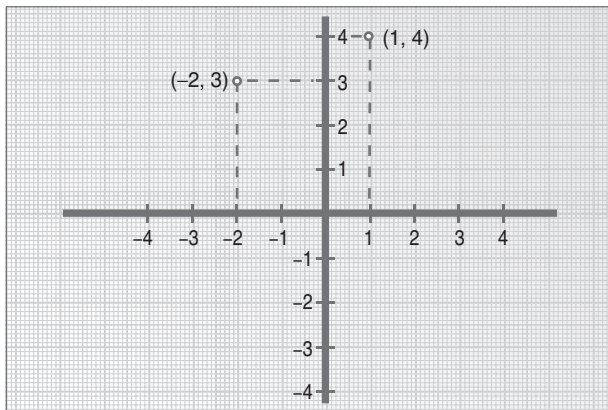


# 2 Higidura

## ATARIAN



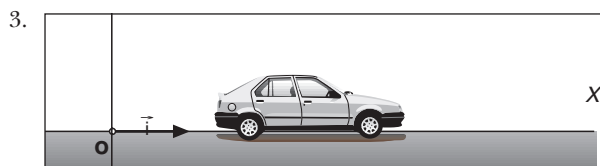
$$\bullet 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 20 \frac{\cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{s}}} \frac{1 \text{ km}}{1000 \cancel{\text{m}}} \frac{60 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ min}} \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Motozikleta autoa baino azkarrago doa, lehehengoa-ren abiadura 80 km/h-koa baita, eta bigarrenarena, 72 km/h-koa.

## HIGIDURA

1. Erantzuteko, erreferentzia-sistema bat behar dugu, Lurra sistema horrekiko higitzen ari den ala ez ondorioztatzeko. Esate baterako, Lurrean finko dagoen sistema batekiko, gure planeta ez da higitzen, baina Eguzkian finko dagoen sistema batekiko, orbita eliptikoak egiten ditu, eta aldi berean, bira egiten du bere ardatzarekiko.

2. Ez, ez dugulako erreferentzia-sistemarik trenan higitzen den ala pausagunean dagoen jakiteko.



— Nahikoa zaigu koordenatu bat autoaren posizioa zehazteko.

Unibertsoan ez dago erreferentzia-sistema bakar eta finko bat, gorputzak higitzen ari diren ala gelditu dauden esateko balio duena; higidura, beraz, kontzeptu erlatiboa da, kasuan kasu aukeraturako erreferentzia-sistemaren arabera.

## IBILBIDEA, POSIZIOA ETA DESPLAZAMENDUA

5.  $P_1 (2, 3); \vec{r}_1 = 2 \text{ m } \vec{i} + 3 \text{ m } \vec{j}$   
 $|\vec{r}_1| = \sqrt{(2 \text{ m})^2 + (3 \text{ m})^2} = \sqrt{13} \text{ m} = 3,6 \text{ m}$

$P_2 (-4, 1); \vec{r}_2 = -4 \text{ m } \vec{i} + 1 \text{ m } \vec{j}$   
 $|\vec{r}_2| = \sqrt{(-4 \text{ m})^2 + (1 \text{ m})^2} = \sqrt{17} \text{ m} = 4,1 \text{ m}$

$P_3 (1, -3); \vec{r}_3 = 1 \text{ m } \vec{i} - 3 \text{ m } \vec{j}$   
 $|\vec{r}_3| = \sqrt{(1 \text{ m})^2 + (-3 \text{ m})^2} = \sqrt{10} \text{ m} = 3,2 \text{ m}$

6.  $\vec{r}(t) = (2t + 1) \vec{i} + 3 \vec{j}$   
 $\vec{r}(1 \text{ s}) = (2 \cdot 1 + 1) \vec{i} + 3 \vec{j} = (3 \vec{i} + 3 \vec{j}) \text{ m}$   
 $\vec{r}(3 \text{ s}) = (2 \cdot 3 + 1) \vec{i} + 3 \vec{j} = (7 \vec{i} + 3 \vec{j}) \text{ m}$   
 $\Delta \vec{r} = \vec{r}(3 \text{ s}) - \vec{r}(1 \text{ s}) = 4 \vec{i} \text{ m}$

7.  $x = 2 - t ; y = t^2$

a)  $x(0 \text{ s}) = 2 - 0 = 2 \text{ m}$

$y(0 \text{ s}) = 0^2 = 0 \text{ m}$

$P_0 (2, 0) \text{ m}$

$x(2 \text{ s}) = 2 - 2 = 0 \text{ m}$

$y(2 \text{ s}) = 2^2 = 4 \text{ m}$

$P_1 (0, 4) \text{ m}$

b)  $P_0 (2, 0) \text{ m}; \vec{r}_0 = 2 \vec{i} \text{ m}$

$P_1 (0, 4) \text{ m}; \vec{r} = 4 \vec{j} \text{ m}$

$\Delta \vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0 = (-2 \vec{i} + 4 \vec{j}) \text{ m}$

$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{(-2 \text{ m})^2 + (4 \text{ m})^2} = \sqrt{20} \text{ m} = 4,5 \text{ m}$

c) 
$$\left. \begin{aligned} x(t) &= 2 - t \\ y(t) &= t^2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} t &= 2 - x \\ y &= (2 - x)^2 = 4 - 4x + x^2 \\ y &= x^2 - 4x + 4 \end{aligned}$$

## BATEZ BESTEKO ABIADURA ETA ALDIUNEKO ABIADURA

8. Higikari baten batez besteko abiadurak informazioa ematen digu higikariak denbora-tarte batean duen portaeraz, eta aldiuneko abiadurak, berriz, aldiune zehatz batean duenaz.

9. Bizkortasun edo lastertasuna abiadura bektorearen modulua da. Desberdina da batez besteko bizkortasun edo lastertasuna, bi datu hauen arteko zatidura dena: ibilbidearen gainean egindako distantzia eta horretarako erabilitako denbora.

$$10. \frac{32,4 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 32,4 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \frac{1000 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} = 9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$11. \text{ Batez besteko bizkortasuna} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$10 \text{ m/s} = \frac{12000 \text{ m}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{12000 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 1200 \text{ s}$$

$$1200 \text{ s} = 1200 \cancel{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \cancel{\text{s}}} = 20 \text{ min}$$

12. a) Autoak joanean izandako batez besteko bizkortasuna kalkulatu dugu:

Batez besteko bizkortasuna =

$$= \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{400 \text{ km}}{5 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$$

Itzultzean izandako batez besteko bizkortasuna kalkulatu dugu:

Batez besteko bizkortasuna =

$$= \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{400 \text{ km}}{7 \text{ h}} = 57,1 \text{ km/h}$$

b) Joan-etorrian izandako batez besteko bizkortasuna kalkulatu dugu:

$$16. x = 2t ; y = 2t - 2 ; \vec{r} = 2t\vec{i} + (2t - 2)\vec{j}$$

$$a) \vec{r}(1 \text{ s}) = 2 \cdot 1 \vec{i} + (2 \cdot 1 - 2) \vec{j} = 2 \vec{i} \text{ m}$$

$$\vec{r}(3 \text{ s}) = 2 \cdot 3 \vec{i} + (2 \cdot 3 - 2) \vec{j} = (6 \vec{i} + 4 \vec{j}) \text{ m}$$

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(3 \text{ s}) - \vec{r}(1 \text{ s})}{3 \text{ s} - 1 \text{ s}} = \frac{(6 \text{ m } \vec{i} + 4 \text{ m } \vec{j}) - (2 \text{ m } \vec{i})}{2 \text{ s}} = 2 \text{ m/s } \vec{i} + 2 \text{ m/s } \vec{j} = (2 \vec{i} + 2 \vec{j}) \text{ m/s}$$

$$|\vec{v}_m| = \sqrt{(2 \text{ m/s})^2 + (2 \text{ m/s})^2} = \sqrt{8} \text{ m/s} = 2,8 \text{ m/s}$$

b) Demagun bi aldiune oso hurbil ditugula,  $t$  eta  $t + \Delta t$ , eta kalkula dezagun haien arteko batez besteko abiadura:

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t} = \frac{[2(t + \Delta t)\vec{i} + (2(t + \Delta t) - 2)\vec{j}] - [2t\vec{i} + (2t - 2)\vec{j}]}{\Delta t} \\ &= \frac{\cancel{2t\vec{i}} + 2\Delta t\vec{i} + \cancel{2t\vec{j}} + 2\Delta t\vec{j} - \cancel{2t\vec{i}} - \cancel{2t\vec{j}} + \cancel{2\vec{j}}}{\Delta t} = \frac{2\Delta t\vec{i} + 2\Delta t\vec{j}}{\Delta t} = (2\vec{i} + 2\vec{j}) \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$\text{Hau da, } \vec{v} = 2 \text{ m/s } \vec{i} + 2 \text{ m/s } \vec{j} = (2 \vec{i} + 2 \vec{j}) \text{ m/s}$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{(2 \text{ m/s})^2 + (2 \text{ m/s})^2} = \sqrt{8} \text{ m/s} = 2,8 \text{ m/s}$$

$$\Delta s = 400 \text{ km} + 400 \text{ km} = 800 \text{ km}$$

$$\Delta t = 5 \text{ h} + 7 \text{ h} = 12 \text{ h}$$

Batez besteko bizkortasuna =

$$= \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{800 \text{ km}}{12 \text{ h}} = 66,7 \text{ km/h}$$

13. a) Batez besteko bizkortasuna =

$$= \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m} - 5 \text{ m}}{8 \text{ s} - 2 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}$$

b) Batez besteko bizkortasuna =

$$= \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{15 \text{ m} - 10 \text{ m}}{6 \text{ s} - 4 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}$$

$$14. a) \text{ Batez besteko bizkortasuna} = \frac{\Delta s}{\Delta t} =$$

$$= \frac{s_5 - s_0}{t_5 - t_0} = \frac{100 \text{ m} - 0 \text{ m}}{9,86 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 10,14 \text{ m/s}$$

$$b) \text{ Batez besteko bizkortasuna} = \frac{\Delta s}{\Delta t} =$$

$$= \frac{s_4 - s_3}{t_4 - t_3} = \frac{80 \text{ m} - 60 \text{ m}}{8,13 \text{ s} - 6,46 \text{ s}} = 11,98 \text{ m/s}$$

$$15. \vec{v}_m = \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{t - t_0} = \frac{(10 \vec{i} + 4 \vec{j}) \text{ m} - (5 \vec{i} - 4 \vec{j}) \text{ m}}{5 \text{ s} - 0 \text{ s}} =$$

$$= (\vec{i} + 1,6 \vec{j}) \text{ m/s}$$

$$|\vec{v}_m| = \sqrt{(1)^2 + (1,6)^2} \text{ m/s} = 1,9 \text{ m/s}$$