



9.1. irudia. Gidatzen ari garenean etengabe aldatu behar dugu **abiadura** (abiadura aldakorra) erritmo desberdinekin; batzuetan pixkanaka balaztatu edo azeleratu behar izaten dugu, eta beste batzuetan, berriz, zakartasunez (azelerazio aldakorra).

1 Higidura zuzen eta uniformea

Benetako higidurak aztertzea zaila izan ohi da, zehazten dituzten magnituduek (posizioa, abiadura eta azelerazioa) aldatu egiten direlako denborarekin. Esate baterako, ekarri gogora hirian zehar dabilen auto baten higidura (► 9.1. irudia) edo malguki bati lotutako gorputz baten higidura, libre utzi eta oszilatzen ari dela. Horiek guztiak gorputz puntualak edo higikariak dira.

Unitate honetan kasu errazak aztertuko ditugu; adibidez, abiadura konstantea dutenak (uniformeak); azelerazio konstantea dutenak (uniformeki azeleratuak), zuzenak eta zirkularrak.

Higidura zuzen eta uniformea da modulua, norabidea eta noranzkoa aldatu gabe, abiadura-bektore konstantea duen higikari baten higidura. Higidura horri dagokion ibilbidea lerro zuzen bat da.

Kasu horretan $\vec{v} = \Delta\vec{r}/\Delta t$ enez, honela kalkulatzen da Δt denbora-tartean gertatzen den posizio-bektorearen aldaketa:

$$\Delta\vec{r} = \vec{v} \cdot \Delta t$$

$t_0 = 0$ unean gorputz baten posizio-bektorea \vec{r}_0 bada, t denbora igaro ondoren, posizio-bektorea \vec{r} izango da. Desplazamendua $\Delta\vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0$ da; eta emandako denbora, $\Delta t = t - t_0 = t - 0 = t$. Ordezkatuz gero:

$$\vec{r} - \vec{r}_0 = \vec{v} \cdot t \Rightarrow \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v} \cdot t$$

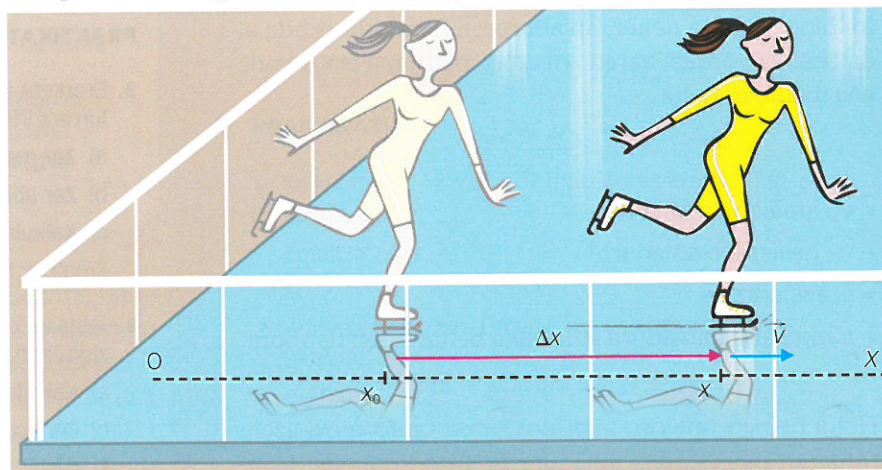
HZUren ekuazioa denboraren arabera funtzioa da:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v} \cdot t$$

$t_0 = 0$ da; hau da, gorputza higitzen hasi denean jarri dugu ordularia mar-txan. Higidura zuzena denez, ardatz horizontala eta higiduraren norabidea bat datoz. Horrela, posizio-bektorea $\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + 0\vec{j}$ da eta abiadura-bektorea $\vec{v} = v\vec{i} + 0\vec{j}$ da. Osagai nulua alde batera utzi eta eskalar gisa idatz dezakegu:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t$$

Ekuazio horri esker, edozein unetan gorputza hautatutako jatorriarekiko zein posiziotan dagoen kalkula dezakegu (► 9.2. irudia).



9.2. irudia. Patinatzailea ibilbide zuzen batean eta abiadura konstantean (\vec{v}) higitzen ari da. **HZU** da.

JARDUERAK

5. Higikari baten hasierako posizioa $\vec{r}_0 = 2\vec{i}$ da eta haren abiadura $\vec{v} = 2\vec{i}$. Kalkulatu posizio-bektorearen ekuazioa eta idatzi eskalar gisa HZUren ekuazioa.

Emaitza: $\vec{r}(t) = (2 + 2 \cdot t)\vec{i}$ m;
 $x(t) = 2 + 2 \cdot t$ m

6. Idatzi $\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 3\vec{j}$ km puntutik irten eta lerro zuzenean 2 orduz higitu ondoren, $\vec{r}_2 = 6\vec{i} + 9\vec{j}$ km puntura iritsi den higikari baten higiduraren ekuazioa.

- a) Zein da higikariaren abiadura-bektorea?
 b) Zein abiaduraren modulua? Adierazi emaitza km/h-tan.

Emaitza: a) $2\vec{i} + 3\vec{j}$ km/h;
 b) 3,6 km/h

ADIBIDE EBATZIA

4 Idatzi errepide baten 2. kilometro-puntutik abiatu eta 72 km/h-ko abiaduran lerro zuzenean higitzen ari den auto baten higidura-ekuazioa. Zein izango da auto horren posizioa higitzen hasi denetik 10 minutu igaro ondoren?

Hasteko, idatzi unitateak SIn:

$$x_0 = 2 \frac{\text{km}}{1} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 2.000 \text{ m}; \quad v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s};$$

$$t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$$

Ibilbidea lerro zuzen bat denez, erabili zuzen hori X ardatz gisa. Ondoren, jarri higiduraren ekuazioan, bakoitzari dagokion lekuan x_0 -ri eta v -ri dagozkien balioak:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t \Rightarrow x(t) = 2.000 \text{ m} + 20 \text{ m/s} \cdot t$$

Posizioa jakiteko, nahikoa da aurreko ekuazioan nahi dugun denbora jartzea:

$$x(600 \text{ s}) = 2.000 \text{ m} + 20 \text{ m/s} \cdot 600 \text{ s} = 14.000 \text{ m} = \mathbf{14 \text{ km}}$$

Hau da, autoa 14. kilometro-puntu egongo da.

JARDUERAK

7. Itsasontzi baten abiadura 40 korapilokoa da. Korapilo bat 1 itsas milia/h-ko dela eta itsas milia bat 1,852 km direla jakinda, kalkulatu itsasontziaren abiadura m/s-tan.

Emaita: 20,57 m/s

8. Hau da txirrindulari baten higidura-ekuazioa erlojupeko batean zehar:

$$x(t) = 45 \cdot t$$

(Espazioa km-tan adierazten da eta denbora, ordutan).

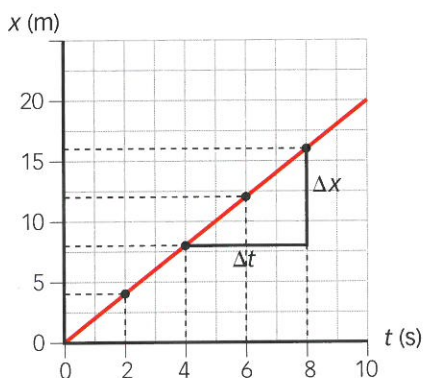
- a) Alderatu HZUren ekuazioarekin. Zein da x_0 -ren balioa?
- b) Zein da txirrindulariaren abiadura? Adierazi emaitza km/h-tan eta m/s-tan.
- c) Zenbat denbora behar du 55 km egiteko?

Emaita: a) 0 km; b) 45 km/h, 12,5 m/s; c) 1 h 13 min 20 s

1.1. Higidura uniforme adierazpen grafikoa

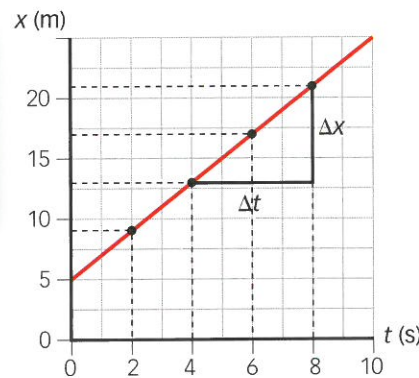
Denboraren arabera funtzioak grafikoetan irudikatuta, errazagoa da higiduren ezaugarriak ulertzea. Diagrama kartesianean abzisa-ardatzak denbora irudikatzen du. Ordenatu-ardatzari dagokionez, grafikoetako batean x (posizioaren lehen osagaia) izango da, eta bestean v (abiaduraren lehen osagaia).

t (s)	s (m)
2	4
4	8
6	12
8	16



9.3. irudia.

t (s)	s (m)
2	9
4	13
6	17
8	21

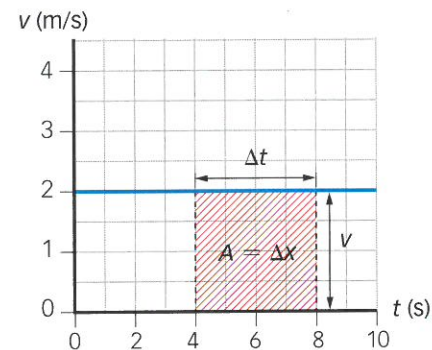


9.4. irudia.

x-t grafikoak lerro **zuzen inklinatuak** dira. Zuzen bakoitzaren maldak abiadura adierazten du. Erreparatu bi kasuetan malda berdina dela: abiadura 2 m/s da. Bien arteko desberdintasuna da, lehenengo kasuan (► 9.3. irudia) higitaria jatorritik abiatu dela eta bigarren kasuan (► 9.4. irudian) $x_0 = 5 \text{ m}$ puntutik abiatu dela; hots, jatorritik 5 m-ra.

v-t grafikoari erreparatuz gero (► 9.5. irudia), **zuzen horizontal** bat dela ikusiko dugu. $\Delta x = v \cdot \Delta t$ adierazpenetik ondorioztatzen da, Δx higitariak Δt denboran egindako espazioa, abiadura adierazten duen zuzenaren eta denbora-ardatzaren arteko azaleraren (A) berdina dela. Hau da, abiadura (altuera) bider denbora (oinarria) eginda lortzen den laukizuzenaren azaleraren berdina.

Abiadura adierazten duen lerroaren azpiko eremua izaten da beti egindako espazioa: Δx . Ondorengo ikasturteetan frogatuko dugu kalkulu horrek higidura guztietarako balio duela, uniformeak izan edo ez.



9.5. irudia. Δt denboran egindako distantziaren edo espazioaren berdina da altuera v eta oinarria Δt dituen laukizuzen baten azalera.