

1.



**Demagun atletismo-pistan helmuga hartzen dugula erreferentzia-sistemaren jatorritzat (100 m).**

**Nola adieraziko zenituzke bi lasterkari horien posizioak?**

Erreferentzia-sistemaren jatorritzat 100 m-ak dauden puntua hartu denez (helmuga), irteera-posizioa  $-100$  m balio negatiboaren bidez adierazten da.

Horrenbestez,  $-100$  m (abiapuntua) eta  $0$  m (helmuga) balioen artean egongo da lasterkarien posizioa.

Irudian helmugatik hurbilen dagoen lasterkariaren posizioa  $-20$  m-koa izango da, eta bigarren lasterkariarena, berriz,  $-40$  m-koa.

2.



**Jerezko zirkuituan ezarri dugun erreferentzia-sistema kontuan hartuta, adierazi non dagoen *Angel Nieto* eta *Dry Sack* kurben posizioa.**

Posizioa sektore baten bidez adieraziko da. Sektore hori zirkuituaren jatorrian hasi eta motorra dagoen kurbaren puntuan amaituko da.

3.



**Eulia hegan dagoen gelako erreferentzia-sisteman, adierazi euliaren posizioa, kontuan hartuta jatorritik  $2$  m ezkerraldera,  $1$  m aurrera (lanparatik urrunduz) eta  $0,5$  m behera dagoen puntu batean pausatu dela.**

Hauek dira euliaren posizioaren koordenatuak:

$x = -2$  m;  $y = 1$  m;  $z = -0,5$  m

$P(-2, 1, -0,5)$

4.



**Jerezko zirkuituaren irudia aintzat hartuta:**

**a) Bilatu zirkuituko zer tartetan datozen bat lekualdaketa eta egindako espazioa.**

**b) Aurreko emaitza kontuan hartuta, osatu esaldi hau.**

**c) Marraztu motor baten lekualdaketa eta egindako espazioa, Jerezko zirkuituan *Sito Pons* kurbatik *Michelin* kurbara higitzen denean.**

a) Zirkuituko tarte zuzenetan, datoz bat lekualdaketa eta egindako espazioa. Adibidez, *Sito Pons* eta *Dry Sack* kurben arteko tartean

b) Higikariak ibilbide **zuzena** egiten duenean, lekualdaketa eta egindako espazioa bat etorriko dira (eta, gainera, ez dago noranzko-aldaketarik).

- c) Egindako espazioa motor-gidariak ibilbidean egiten duten distantzia da. Hala ere, lekualdaketa bektorea motorrak *Sito Pons* kurban duen posizioaren bektorearen muturretik *Michelin* kurban duen posizioaren bektorearen muturrera doa.

**5. Argiak hirurehun mila kilometro egiten ditu segundoko. Adierazi abiadura hori km/h-tan eta m/s-tan.**

Argiaren abiadura 300.000 km/s ingurukoa da, honen baliokidea:

$$300.000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$300.000 \text{ km/s} \cdot \frac{3.600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1,08 \cdot 10^9 \text{ km/h}$$

**6. Bide-segurtasuna. Kontuan hartuta heldu baten erreakzio-denbora, batez beste, hiru segundo laurdenekoa dela, kalkulatu zer distantzia egingo duen gidari batek, gutxienez, arrisku-egoera bat ikusten duenetik erabaki bat hartzen duen arte, 120 km/h-ko abiaduran badoa. Eta 50 km/h-ko abiaduran badoa? Aurreko emaitzak kontuan hartuta, eman autoen abiadura hiri-bideetan 50 km/h-ra mugatzen duen arauaren arrazoia.**

0,75 s-an, 120 km/h-an higitzen den automobil batek 33,33 m/s-ko abiadura du. Horrenbestez, 0,75 s-an, 25 m-ko distantzia egiten du; hau da, igerileku baten luzera. 50 km/h-ko abiaduran badoa (13,9 m/s), 10,4 m egiten du, besterik ez. Automobilak hiri-bideetan 50 km/h-an baino azkarrago joango balira, ez lukete izango ez lekuri ez denborarik gelditzeko, ezusteko baten aurrean, zebra-bideetan eta semaforoetan; horren ondorioz, askoz harrapatze eta istripu gehiago gertatuko lirateke.

**7. Bide-segurtasuna. Esan zer segurtasun-tarteri eutsi behar dion 120 km/h-ko abiaduran doan auto baten gidariak. Eta 50 km/h-ko abiaduran joanez gero?**

Aurreko emaitzak ikusita eta segurtasun-tarteak gelditze-distantziaren bikoitza izan behar duela kontuan hartuta, 120 km/h-an doan auto baten gidariak 67 m-ko segurtasun-tarteari eutsi behar dio, gutxienez. 50 km/h-ko abiaduran joanez gero, 21 m-ko tarteari eutsi behar dio.

**8. Kalkulatu zer espazio egingo duen auto batek, ibilbide zuzenean eta 72 km/h-ko abiadura konstantean, 30 minutuan lekualdatuz gero.**

Hasierako abiadurarik ez dagoenean, ekuazio zuzen uniformeetan posizioa zehazten duen ekuazioa hau da:

$$x = v \cdot t = 20 \text{ m/s} \cdot 1.800 \text{ s} = 36.000 \text{ m} = 36 \text{ km}$$

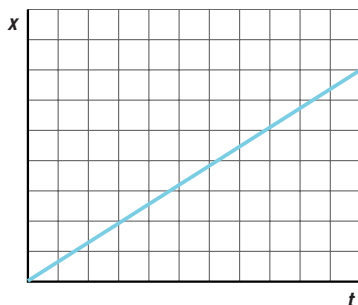
9. Pertsona batek 15 minutu behar ditu 300 m-ko distantzia egiteko. Zenbateko abiadura du pertsona horrek?

Batez besteko abiadura honela adierazten da:

$$v = \frac{x}{t} = \frac{300 \text{ m}}{900 \text{ s}} = 0,33 \text{ m/s} = 1,2 \text{ km/h}$$

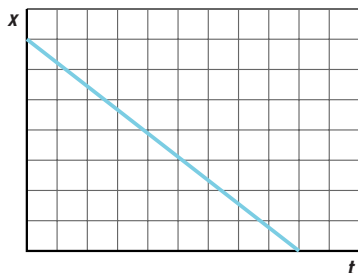
10. HZU batean, higikaria koordenatu-ardatzean dagoenean hasi gara denbora zenbatzen. Nolakoa izango litzateke higidura horren grafikoa?

Higidura horren grafikoa lerro zuzen bat izango litzateke, eta haren maldak higikariak zer abiadura duen adierazten digu.



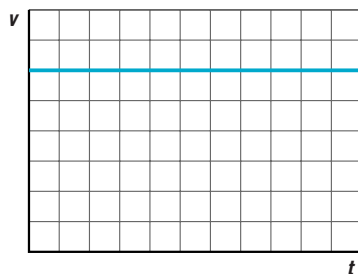
11. HZUa duen higikari bat koordenatu-jatorrirantz hurbiltzen da, urruneko posizio batetik. Deskribatu nolakoa izango litzatekeen higikari horren x-t grafikoa.

Grafikoa lerro zuzen bat da, eta hasierako posizioan mozten du koordenatu-ardatza. Grafiko horren malda negatiboa da; hau da, higikaria jatorrirantz hurbiltzen ari da.

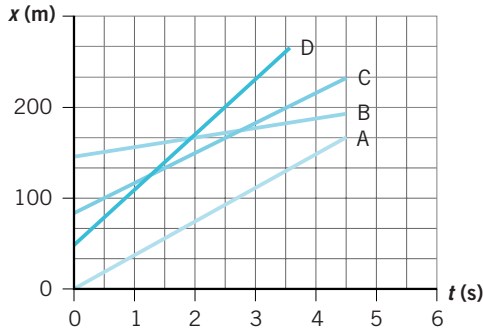


12. HZUa duen higikari bat koordenatu-jatorrirantz doa, urruneko posizio batetik. Nolakoa izango litzateke haren v-t grafikoaren itxura?

Grafikoa lerro zuzen bat da, denboraren ardatzarekiko paraleloa, eta higikariaren abiaduraren balioari dagokion puntuan mozten du ordenatu-ardatza.



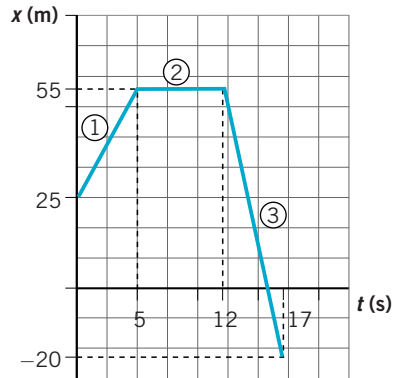
13. Ordenatu higikari hauek abiadura handiena duenetik txikiena duenera.



Maldarik edo inklinaziorik handieneko grafikoa abiadurarik handieneko higikariari dagokio:

$$V_D > V_A > V_C > V_B$$

14. Eskuinaldeko grafikoaren bidez, gorputz baten higidura adierazi dugu. Adierazi higidura horren ezaugarriak, haren abiaduraren ekuazioa eta  $v-t$  adierazpena tarte bakoitzean.

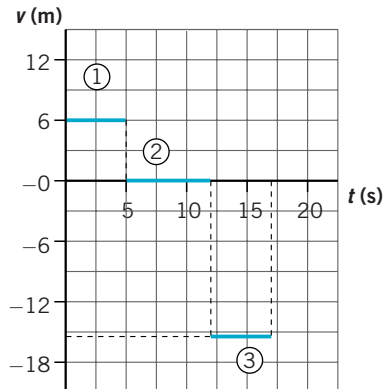


Higiduran, hiru tarte bereiz ditzakegu:

- Lehen tarte higidura uniforme bati dagokio, eta zuzena edo zirkularra izan daiteke. Maldak abiaduraren balioa konstantea dela adierazten du:

$$v = \frac{55 \text{ m} - 25 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 6 \text{ m/s}$$

$v-t$  grafikoa lerro zuzen bat da, denboraren ardatzarekiko paraleloa, eta 6 m/s-ko balioa du.



- Bigarren tartean, higikaria geldirik dago, eta egindako espazioa ez da aldatzen, nahiz eta denborak aurrera egin; beraz, tarte horretan, abiadura nulua da.

$v$ - $t$  grafikoa lerro zuzen bat da, denboraren ardatzarekiko paraleloa, eta haren balioa zero da.

- Hirugarren tartean, zuzenak malda negatiboa du. Horrek esan nahi du higikaria atzera egiten ari dela, abiadura konstantean, hasierako jatorri-posizioantza, eta abiadurak balio hau du:

$$v = \frac{-77 \text{ m}}{5 \text{ s}} = -15,4 \text{ m/s}$$

$v$ - $t$  grafikoa lerro zuzen bat da, denboraren ardatzarekiko paraleloa, 15,4 m/s-ko abiadura konstantean eta negatiboan.

15.



**Demagun 10 km-ko ibilbidea egin dugula. Lehen 9 kilometroak 54 km/h-ko abiaduran egin ditugu, eta azken kilometroa, berriz, 90 km/h-ko abiaduran. Zenbatekoa izan da batez besteko abiadura?**

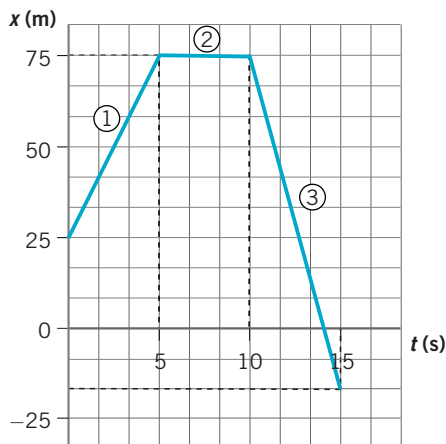
Batez besteko abiadura kalkulatzeko, egindako espazio osoa zati guztizko denbora egin behar dugu:

$$v = \frac{10 \text{ km}}{0,166 \text{ h} + 0,011 \text{ h}} = 56,5 \text{ km/h} = 15,7 \text{ m/s}$$

16.



**Begiratu grafiko honek adierazten duen higidurari. Kalkulatu higidura hori duen gorputzaren batez besteko abiadura.**



Higiduran, hiru tarte bereiz ditzakegu: lehen tartean, higikariak 50 m egiten du 5 s-an; bigarrenetan, geldirik dago 5 s-an; eta hirugarrenetan, 91,7 m egiten du (75 m + 16,7 m) 5 s-an. Batez besteko abiadura kalkulatzeko, egindako espazioa (141,7 m) zati guztizko denbora (15 s) egin behar dugu:

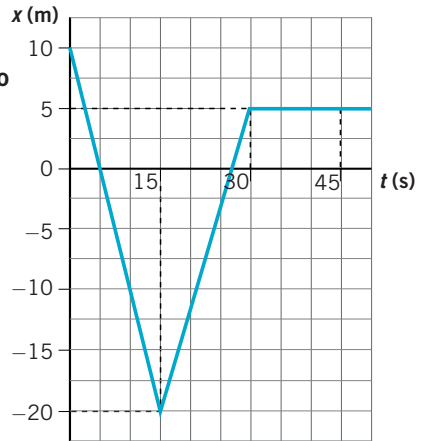
$$v = \frac{141,7 \text{ m}}{15 \text{ s}} = 9,4 \text{ m/s}$$

17. ● Tren batek 190 km egiten ditu ordu eta erdian. Kalkulatu haren batez besteko abiadura, m/s-tan.

Kasu horretan:

$$v_{bb} = \frac{\text{guztizko espazioa}}{\text{guztizko denbora}} = \frac{190 \text{ km}}{1,5 \text{ h}} = 126,7 \text{ km/h} = 35,12 \text{ m/s}$$

18. ● Kalkulatu zenbateko batez besteko abiadura izango duen gorputz batek, kontuan hartuta haren higidura grafikoa honek adierazitakoa dela.



Orain:

$$v_{bb} = \frac{\text{guztizko espazioa}}{\text{guztizko denbora}} = \frac{30 \text{ m} + 25 \text{ m} + 0 \text{ m}}{15 \text{ s} + 15 \text{ s} + 15 \text{ s}} = 1,2 \text{ m/s}$$

19. ●● Kalkulatu Lurrak zer abiadura angeluar duen, NSko unitatetan. Demagun Lurra 6.370 km-ko erradioko esfera bat dela. Zer abiadura linealetan ari gara higitzen?

Hau da abiadura angeluarra: egindako angeluaren eta hura egiteko behar izandako denboraren arteko erlazioa. Lurrak, bira oso bat egiteko ( $360^\circ$  edo  $2\pi$  radian = 6,28 rad), egun bat behar du ( $24 \text{ h} = 86.400 \text{ s}$ ):

$$\omega = \frac{6,28 \text{ rad}}{86.400 \text{ s}} = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$$

Ekuatoreko puntu baten abiadura lineala honela kalkula dezakegu:

$$v = \omega \cdot \text{erradioa} = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s} \cdot 6.370 \cdot 10^3 \text{ m} = 465 \text{ m/s} = 1.674 \text{ km/h}$$

20. ● Kalkulatu erloju baten hiru orratzen (orduena, minutuena eta segunduena) periodoa eta maiztasuna.

Segundo-orratzak 60 s behar ditu bira oso bat egiteko, Beraz, orratz horren periodoa 60 s-koa da, eta maiztasun hau du:

$$f = \frac{1}{T} = 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

Minutu-orratzak 60 minutu (3.600 s) behar ditu bira oso bat egiteko. Beraz, 3.600 s-ko periodoa du, eta maiztasun hau:

$$f = \frac{1}{T} = 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

Ordu-orratzak 12 h (43.200 s) behar ditu bira oso bat egiteko. 43.200 s-ko periodoa du, eta maiztasun hau:

$$f = \frac{1}{T} = 2,32 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

- 21.** ● **Garbigailu baten danborra  $0,5\pi$  rad/s-ean biratzen da. Zer periodo eta maiztasun ditu?**

$0,5\pi$  rad/s-eko abiadura duenez, bira-laurden bat egingo du segundo batean, eta beraz, lau segundo beharko ditu bira oso bat egiteko:

$$\begin{aligned} \omega = \frac{2\pi \text{ rad}}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi \text{ rad}}{\omega} \rightarrow T = \frac{2\pi \text{ rad}}{0,5\pi \text{ rad/s}} &= 4 \text{ s} \rightarrow \\ \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \text{ s}} &= 0,25 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

- 22.** ●● **Esan zer egoeratan hautemango duen higidura hegazkin bat tripulatzen duen pilotuak, hegazkin inude baten bidez erregaiz hegaldian hornitzen denean, hauekiko:**

- a) Hegazkinaren isatsarekiko.      c) Hodei batekiko.  
b) Hegazkin inudearekiko.      d) Lurrarekiko.

Pilotuak Lurrarekiko eta hodei batekiko hautemango du higidura, baina hegazkin inudearekiko eta hegazkinaren isatsarekiko, ez; izan ere, geldirik daude pilotuarekiko.

- 23.** ● **Sailkatu ibilbide hauek; alegia, esan linealak, zirkularrak edo kurbatuak diren.**

- a) Jaurtiketa libre bat saskibaloian.  
b) Espazio-ontzi bat aireratzea.  
c) Noria baten higidura.  
d) Penalti baten jaurtiketa.

- a) Higidura kurbatua: parabolikoa.  
b) Higidura zuzena.  
c) Higidura zirkularra: zirkunferentzia.  
d) Higidura zuzena.

- 24.** ●●● **Esploratzaile batek puntu jakin batean ekin dio esplorazioari, eta 10 km hegoaldera, 10 km ekialdera eta 10 km iparraldera ibili ondoren, hasierako puntu berera itzuli da.**

- a) Zer distantzia egin du?
- b) Zer lekualdaketa egin du?
- c) Gure planetako zein lekutan gerta daiteke deskribatutako egoera?
- d) Nolakoa da esploratzaileak egindako ibilbidea?
  - a) Egindako distantzia, guztira, 30 km-koa da.
  - b) Lekualdaketa nulua da, esploratzailea abiapuntura itzuli baita.
  - c) Ipar-poloan gerta daiteke egoera hori.
  - d) Ibilbidea kurbatua da. Esploratzaileak egindako bidea objektu esferiko batean marraztuz gero, egiaztatu ahal izango dugu.

25.

Marraztu zure ikasmahaitik arbelera irtetean egiten duzun lekualdaketa-  
bektorea.

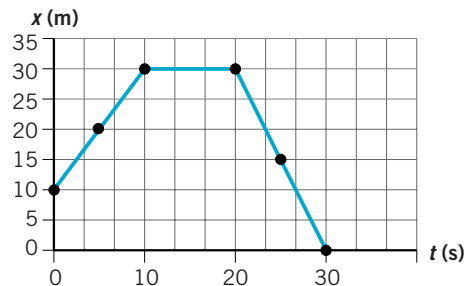
- a) Erreferentziatutako zure mahaia hartuta.
- b) Bat al datoz egindako lekualdaketa eta egindako espazioa?
- c) Nolakoa izan beharko luke ibilbideak egindako espazioarekin bat ez etortzeko?
  - a) Lekualdaketa bektorea eta posizio bektorea bat datoz; bektore horren jatorria zure mahaia da, eta muturra, arbela.
  - b) Arbelerainoko ibilbidea zuzena bada eta atzera egiten ez baduzu, lekualdaketa eta egindako espazioa bat etorriko dira.
  - c) Ibilbidea kurbatua bada edo zuzena izanda noranzko-aldaketarik bada, ibilbidea eta egindako espazioa ez datoz bat.

26.

Auto telegidatu baten higidurak grafiko honetan adierazitako ibilbide zuzena du.

Esan zer posiziotan egon den eta zer espazio egin duen une hauetan:

- a)  $t = 0 \text{ s}$
- b)  $t = 10 \text{ s}$
- c)  $t = 20 \text{ s}$
- d)  $t = 30 \text{ s}$



$t = 0$  denboran, jatorritik 10 m-ra dago;  $t = 10 \text{ s}$  denboran, jatorritik 30 m-ra dago;  $t = 20 \text{ s}$  denboran, posizio berean dago, jatorritik 30 m-ra; eta  $t = 30 \text{ s}$  denboran, jatorrian dago.

Hau da guztira egindako espazioa:  $20 \text{ m} + 30 \text{ m} = 50 \text{ m}$ .



- 27.** ●● Eguzkitik hurbilen dagoen izarra da Proxima Centauri; hain zuzen, Eguzkitik 4,2 argi-urtera dago. Argi-urte bat argiak urtebetean egiten duen distantzia da. Argia 300.000 km/s-ko abiaduran hedatzen denez, urtebetean zenbat segundo dauden kalkulatu jakingo dugu zenbat kilometro diren: 9.460.800.000.000 km.

- a) Zer distantzia egiten du argiak urtebetean? Datua: 1 urte ~ 31.536.000 s.  
 b) Zenbat denbora behar du Proxima Centauri izarraren argiak Lurreraino iristeko?  
 c) Demagun eskala batean milimetro batek milioi bat kilometro adierazten duela. Zer distantziatar egingo litzateke Proxima Centauri?  
 d) Adierazi datu horiek guztiak idatzera zientifikoaren bidez.

a) Argia 300.000 km/s-ko abiaduran hedatzen denez, balio hori bider urte bateko segundoak eginez, argiak urtebetean zer distantzia egiten duen jakingo dugu:

$$9.460.800.000.000 \text{ km} = 9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m.}$$

b) Izarraren argiak 4,2 urte beharko ditu Lurreraino iristeko.

c) 9.460.800 mm 9.460,8 m dira ( $9,4608 \cdot 10^3 \text{ m}$ ), edo 9,4608 km.

d)  $9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m}$  ;  $9,4608 \cdot 10^3 \text{ m}$

- 28.** ● Ordenatu abiadura hauek handienetik txikienera:

- a) 20 minutuan 10 km egiten dituen txoriarena.  
 b) 10 segundoan 100 m egiten dituen atletarena.  
 c) Ordu erdian itsas milia bat egiten duen ontziarena.  
 (Datua: 1 itsas milia = 1.852 m.)

Nazioarteko Sisteman adierazita:

$$v_b = 10 \text{ m/s} > v_a = 8,3 \text{ m/s} > v_c = 1,0 \text{ m/s}$$

- 29.** ● Ordenatu abiadura hauek txikienetik handienara:

- a) Kamioi bat 15 m/s-ko abiaduran doa.  
 b) Motor bat 48 km/h-ko abiaduran doa.  
 c) Txirrindulari bat 1.400 cm/s-ko abiaduran doa.  
 d) Automobil bat 360 m/min-ko abiaduran doa.

Orain:

$$v_d = 6 \text{ m/s} < v_b = 13,3 \text{ m/s} < v_c = 14,0 \text{ m/s} < v_a = 15 \text{ m/s}$$

- 30.** ●● 100 m lisoetan, gizonezkoen munduko abiadura-errekorra 9,77 s-koa da (2007).

- a) Kalkulatu batez besteko abiadura.  
 b) Handiagoa izango al da abiadura hori ibilbideko punturen batean?  
 c) Zergatik ezin da abiadura-balio hori lortu distantzia luzeko lasterketetan?

$$a) v_{bb} = \frac{100 \text{ m}}{9,77 \text{ s}} = 10,2 \text{ m/s.}$$

- b) Kontuan hartuta hasieran atleta geldirik zegoela, lasterketaren punturen batean –agian, erdialdean– lortuko zuen abiadurarik handiena, eta amaitu arte eutsiko zion.
- c) Gizakion metabolismoa ez dago egokituta distantzia luzeetan abiadura horri eusteko beharrezko energia emateko; hori dela-eta, zenbat eta luzeagoa izan lasterketa, orduan eta denbora gehiago behar da distantzia egiteko.

31.



**Kalkulatu atletismoko gizonetzkoen munduko errekor hauetako bakoitzaren batez besteko abiadura.**

Luzera (m)	Denbora (s)	$v$ (m/s)	$v$ (km/h)
60	6,39	9,4	33,8
100	9,77	10,2	36,8
200	19,32	10,4	37,3
400	43,18	9,3	33,3

32.



**Espazio-agentziak hegazkin baten eta tripulatu gabeko espazio-ontzi baten arteko hibridoa diseinatu du. Ibilgailu horrek 6,7 Mach-eko abiadura lortu du. Adierazi abiadura hori m/s-tan eta km/h-tan.**

6,7 Mach-eko abiadura 2.211 m/s-koa da, eta 7.959,6 km/h-koa.

33.



**Irakurri testua eta erantzun galderei:**

Lebitazio magnetikoko tren berriak 430 km/h-ko abiaduran higitzen dira edo, zehatzago adierazteko, flotatzen dute. Teknologia horrek bi polo magnetikoren arteko aldarapen-indarra erabiltzen du, bidearen gainean hura ukitu gabe lekualdatzeko. Horri esker, ez dago marruskadurarik. Japoniako prototipo batek du abiadura-errekorra, 521 km/h-koa, hain zuzen ere.

- a) Zenbat denbora beharko luke tren batek, teknologia berri horri esker, Donostia eta Valentzia arteko 650 km-ko distantzia egiteko?
- b) Zenbat denbora lehenago iritsiko litzateke tren hori, ibilbide bera errekorreko abiaduran eginez gero?
- c) Zergatik joan daitezke teknologia berri hori erabiltzen duten trenak tren arruntak baino askoz abiadura handiagoan?

$$a) 430 \text{ km/h} = \frac{650 \text{ km}}{t} \rightarrow t = 1,51 \text{ h} = 90,70 \text{ min.}$$

$$b) 521 \text{ km/h} = \frac{650 \text{ km}}{t} \rightarrow t = 1,25 \text{ h} = 74,86 \text{ min.}$$

15,84 minutu lehenago iritsiko litzateke.

- c) Gorpilen eta errailen artean marruskadurarik ez dagoenez, energiarik galtzen ez delako.

34.



Ezpata-arrainak 130 km/h-ko abiaduran higi daitezke itsasoan. Kalkulatu zenbat denbora beharko lukeen ezpata-arrain batek Gibraltarko itsasarte zeharkatzeko, itsasarteak 14,4 km dituela jakinda.

Zenbat denbora beharko luke David Meca igerilariak zeharkaldi bera egiteko, kontuan hartuta 8 km/h-ko abiaduran egiten duela igeri?

$$t_{\text{arraina}} \rightarrow v = 130 \text{ km/h} = \frac{14,4 \text{ km}}{t} \rightarrow t = 398,77 \text{ s}$$

$$t_{\text{Meca}} \rightarrow v = 8 \text{ km/h} = \frac{14,4 \text{ km}}{t} \rightarrow t = 6480 \text{ s}$$

35.



Irakurri testua eta erantzun galderei:

Bilbo eta Zaragoza artean joaten diren trenen abiadura 250 km/h-tik 300 km/h-ra handituko da. Horrek esan nahi du bi hirien arteko 300 km-ko ibilbidea egiteko 15 minutu gutxiago beharko direla.

a) Kalkulatu zenbat denbora behar duen tren batek

Bilbotik Zaragozara joateko, adierazitako bi abiaduretan.

b) Zehatza al da bidaia 15 min laburragoa dela esatea?

a) 250 km/h-ko batez besteko abiaduran, 1,2 h behar du, eta 300 km/h-ko batez bestekoan, berriz, orduete.

b) Ez. Bidaia 0,2 h laburragoa da; hau da, 12 minutu laburragoa.

36.



Neska bat izotz-pista batean patinatzen ari da, HZUan eta 16 m/s-ko abiaduran. Patinatzailea irteeratik pasatzean hasiko gara haren higidura aztertzen:

a) Idatzi haren higiduraren ekuazioa.

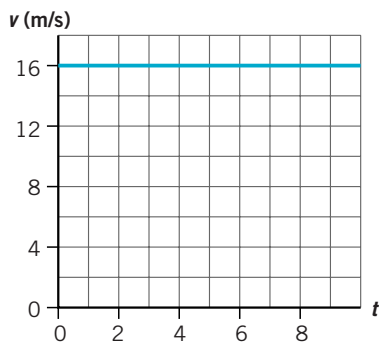
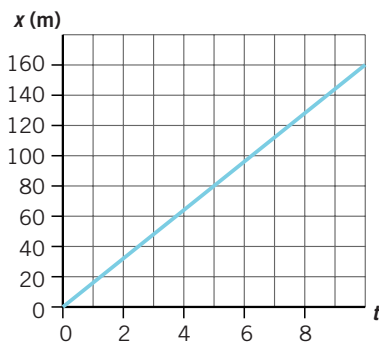
b) Egin  $x-t$  eta  $v-t$  grafikoa.

a) Hau da higiduraren ekuazioa:

$$x = v \cdot t = 16 \text{ m/s} \cdot t$$

b)  $x-t$  grafikoa lerro zuzen bat da, koordinatu-jatorrian hasten dena. Haren malda patinatzailearen abiaduraren berdina da.

$v-t$  grafikoa denbora-ardatzarekiko zuzen paraleloa da,  $v = 16 \text{ m/s}$ -koa.



37.



Atleta bat atletismo-pista batean entrenatzen ari da; helmugatik irteeraraino egiten du lasterka (irteera hartuko dugu erreferentzia-sistemaren jatorritzat). Atleta 85 m-ko posiziotik igarotzen denean hasiko gara haren higidura aztertzen. HZUa du eta 9,1 m/s-ko abiadura egiten du lasterka:

a) Idatzi haren higiduraren ekuazioa.

b) Egin  $x-t$  eta  $v-t$  grafikoak.

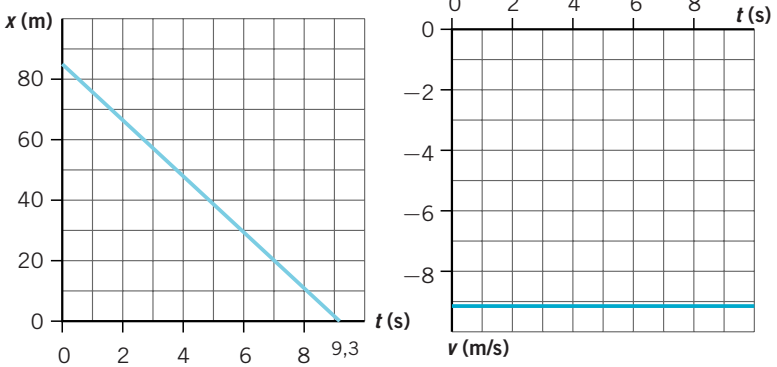
a) Hau da higiduraren ekuazioa:

$$x = 85 \text{ m} - 9,1 \text{ m/s} \cdot t$$

Zentzu negatiboak adierazten du atleta hori irteerarantz doala, helmugarantz joan beharrean. Lasterka hasi baino lehen, +85 m-ko posizioan zegoen, eta helmugara iristean, 0 m-koan.

b)  $x-t$  grafikoa lerro zuzen bat da. Ez da koordinatu-jatorrian hasten, -85 m-ko baliotik baizik, eta haren malda -9,1 m/s-ko abiaduraren berdina da.

$v-t$  grafikoa lerro zuzen bat da, denbora-ardatzarekiko paraleloa, abiaduraren moduluaren balioa du; hots, -9,1 m/s-koa.



38.



Grafiko honek automobil baten posizioak eta denbora lotzen ditu.

Adierazi zer gertatzen den:

a) Lehen tartean:

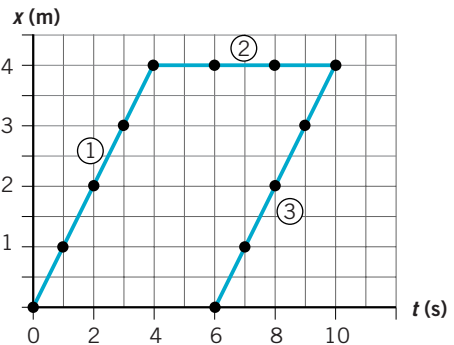
$$t_0 = 0 \text{ eta } t_f = 4 \text{ s.}$$

b) Bigarrenan:

$$t_0 = 4 \text{ s eta } t_f = 10 \text{ s.}$$

c) Benetako egoera adierazten al du azken tartea?

Zergatik?



a) Lehen tartean (0 eta 4 s artekoa) automobilak higidura zuzena du, 1 m/s-eko abiadura konstantearekin, eta ibilbidea zuzena edo zirkularra izan daiteke.

- b) Bigarren tartean (4 eta 10 s artekoa), higidaria 6 s-z geldirik dago.
- c) Ez, hirugarren tarteak ez du benetako egoerarik adierazten, denbora-balioek ezin dutelako atzera egin.

39.



**Dakar rallyko azken tartean, helmugatik 30 km-ra, lur orotako ibilgailu bat igaro da kontroletik, 100 km/h-ko abiadura konstantean.**

**Handik bost minutura, motor bat igaro da, 136 km/h-ko abiadura konstantean. Zein ibilgailu iritsiko da lehen helmugara?**

Lur orotako ibilgailuak denbora hau behar du 30 km-ak egiteko:

$$100 \text{ km/h} = \frac{30 \text{ km}}{t} \rightarrow t = 0,3 \text{ h} = 18 \text{ min} = 1.080 \text{ s}$$

Motorrak, ibilbide bera egiteko, denbora hau behar du:

$$136 \text{ km/h} = \frac{30 \text{ km}}{t} \rightarrow t = 0,22 \text{ h} = 13,24 \text{ min} = 794 \text{ s}$$

Motorra lur orotako ibilgailua baino bost minutu geroago igaro da. Beraz, bost minutuak gehitu behar zaizkio denbora horri:

$$t_{\text{Guztira}} = 300 \text{ s} + 794 \text{ s} = 1.094 \text{ s}$$

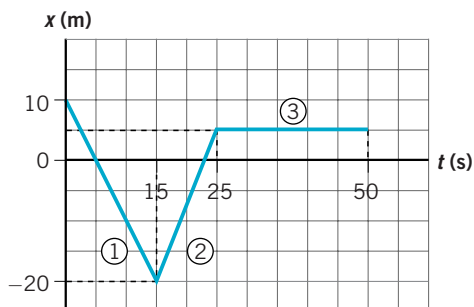
Lur orotako ibilgailua iritsiko da lehen; hain zuzen, 14 s lehenago.

40.



**Grafiko honek gorputz baten higidura adierazten du.**

- a) Zehaztu higiduraren ezaugarriak tarte bakoitzean.
- b) Idatzi abiaduraren ekuazioa.
- c) Egin  $v$ - $t$  grafikoa.



- a) Lehen tarte higidura uniforme bati dagokio. Higidura horren abiadura konstantea da, eta honen berdina:

$$\frac{-30 \text{ m}}{15 \text{ s}} = -2 \text{ m/s}$$

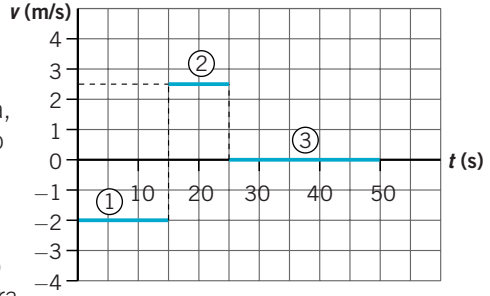
Bigarren tarte higidura uniforme bati dagokio. Higidura horren abiadura konstantea da, eta honen berdina:

$$\frac{25 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}$$

Hirugarren tartean, ez dago higidurarik; abiadura nulua da.

- b) Lehen tartean,  $v = -2 \text{ m/s}$ ; bigarren tartean,  $v = 2,5 \text{ m/s}$ ; eta hirugarren tartean,  $v = 0 \text{ m/s}$ .

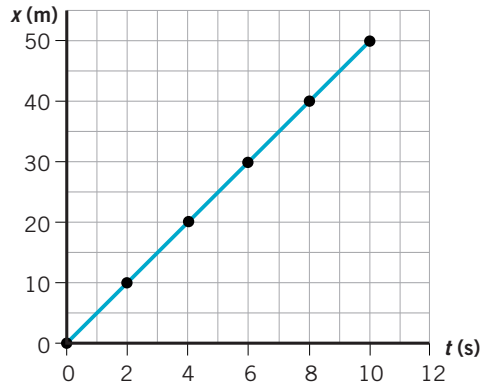
- c) Lehen tartean,  $v$ - $t$  grafikoa lerro zuzen bat da, denbora-ardatzarekiko paraleloa, eta abiadurak 2 m/s-ko balioa du. Bigarren tartean, grafikoa beste lerro zuzen bat da, ardatz horizontalarekiko paraleloa, baina abiadura handiagoa da, 2,5 m/s-koa. Hirugarrenean, abiadura nulua denez, denbora-ardatzaren gainean dagoen lerro zuzen bat da grafikoa.



41.

**50 m-ko lasterketa batean ikasle batek duen higidura adierazten du grafikoa honek:**

- Zer erlazio dago egindako espazioaren eta denboraren artean? Zer abiadura du ikasle horrek?
- Minutu batean erritmo berari eutsiz gero, zer espazio egingo du?
- Ibilbide zuzena al da? Zergatik?



- Egindako espazioa denborarekiko zuzenki proportzionala da. Proportzionaltasun-konstantea abiadura da:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{50 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

- Higiduraren ekuaziotik, hau ondoriozta dezakegu:

$$x = v \cdot \Delta t = 5 \text{ m/s} \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ m}$$

- Ezin da esan ibilbidea zuzena denik; izan ere, egindako espazioak ez du adierazten higidurak zer ibilbide mota egiten duen, baizik eta higikariak zer abiadura duen.

42.

**Ibilgailu bat errepide zuzen eta horizontal batean zehar doa.**

**Taula honetan, ibilgailuak egindako espazioak eta denborak daude:**

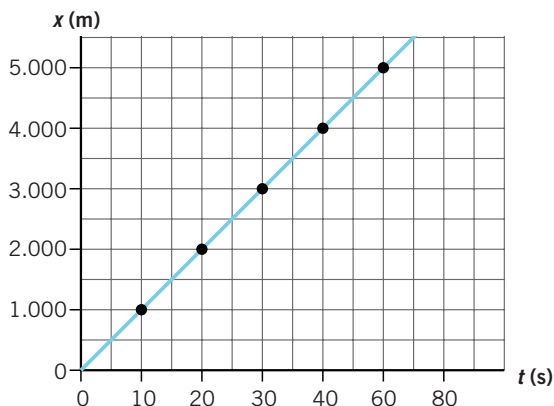
Espazioa (m)	0	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Denbora (s)	0	10	20	30	40	50	60

- Egin espazio/denbora grafikoa.
- Zer higidura mota du ibilgailuak?

- c) Kalkulatu grafikoaren malda eta esan fisikoki zer adierazten duen.  
 d) Idatzi higiduraren ekuazioa.  
 e) Kalkulatu bi minutuan zer espazio egingo duen, grafiko bidez eta analitikoki.  
 f) Egin abiadura/denbora grafikoa.

Erabili kalkulu-orri bat ariketa honetako grafikoak egiteko.

- a) Grafikoa lerro zuzen bat da eta koordinatu-jatorrian hasten da.



- b) Errepide zuzen batean zehar doanez eta espazioa denborarekiko zuzenki proportzionala denez, higidura zuzen uniformea izango da.  
 c) Grafikoen maldak ibilgailuaren abiadura adierazten du.

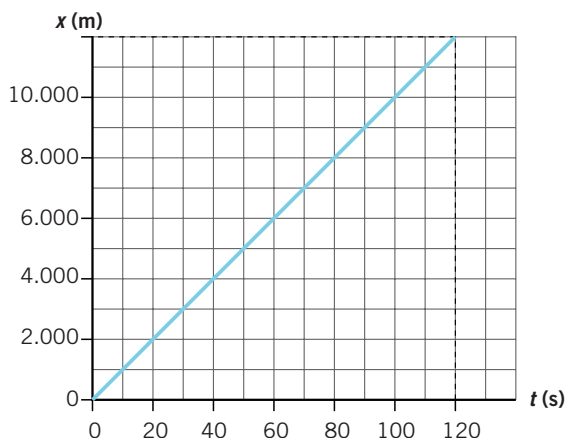
$$\text{Malda} = v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 100 \text{ m/s}$$

- d) Higiduraren ekuazioa:

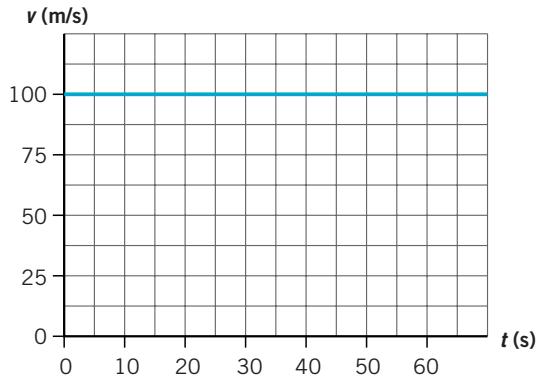
$$\Delta x = v \cdot \Delta t = 100 \text{ m/s} \cdot \Delta t$$

- e) Grafiko bidez eta higiduraren ekuazioa ebatziz, balio bera lortzen da:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t = 100 \text{ m/s} \cdot 120 \text{ s} = 12.000 \text{ m}$$



- f)  $v$ - $t$  grafikoa lerro horizontal bat da, denbora-ardatzarekiko paraleloa. Lerro horrek ordenatu-ardatza mozten du 100 m/s-ko balioari dagokion puntuan (hori da ibilgailuaren abiadura).



43.

**Gepardoek 100 m 110 km/h-ko abiaduran egiten dituzte.**

- a) Zenbat denbora beharko dute distantzia hori egiteko?  
 b) Zenbat denbora beharko du ostruka batek 100 m 67 km/h-ko abiaduran egiteko? Eta txapeldun olinpiko batek, 10 m/s-ko abiaduran?  
 c) Egin espazio/denbora eta abiadura/denbora grafikoak.

- a) 100 m-ko distantzia egiteko, gepardoek 3,3 s-ko denbora behar dute:

$$x = v \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{x}{v} = \frac{100 \text{ m}}{30,56 \text{ m/s}} = 3,3 \text{ s}$$

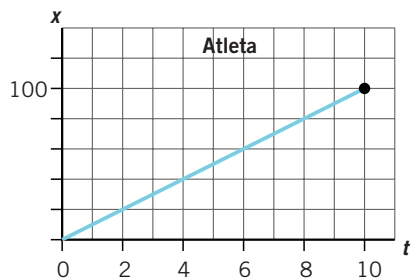
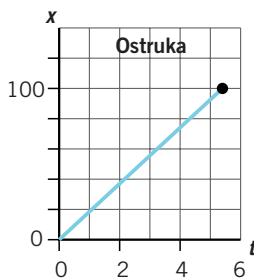
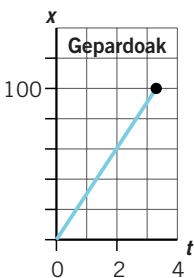
- b) Ostruka batek ( $v = 18,6 \text{ m/s}$ ) denbora hau beharko du:

$$\Delta t = \frac{x}{v} = \frac{100 \text{ m}}{18,6 \text{ m/s}} = 5,38 \text{ s}$$

Eta txapeldun olinpiko batek, hau:

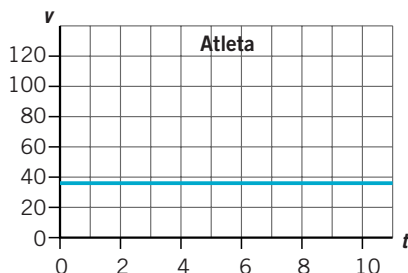
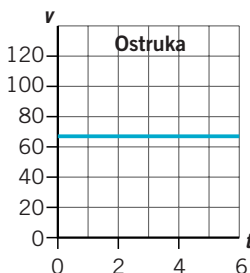
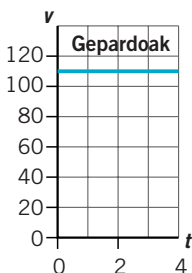
$$\Delta t = \frac{x}{v} = \frac{100 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 10 \text{ s}$$

- c) Espazio/denbora grafikoa lerro zuzen bat da. Koordinatu-jatorrian hasten da, eta haren malda abiaduraren berdina da.





Abiadura/denbora grafikoa lerro horizontal bat, denbora-ardatzarekiko paraleloa, eta kasu bakoitzean adierazitako balioan mozten du abiaduraren ardatza.



44.



**Bide-segurtasuna. 60 km/h-an doan auto batek aurrez aurre jo du 72 km/h-an doan beste auto bat. Biak noranzko berean higitu eta bigarrenak lehena atzetik joz gero, aurreko istripuaren ondorio berak gertatuko al lirateke? Zergatik?**

Istripuak ez lituzke ondorio berberak izango: biak noranzko berean higitzean bien arteko abiadura erlatiboa 12 km/h-koa izango da, eta beraz, lehen autoa geldirik balego eta bigarrena 12 km/h-an joko balu, ondorio berberak gertatuko lirateke. Aurrez aurre joz gero, abiadura erlatiboa  $60 + 72 = 132$  km/h-koa da.

45.



**Thrust SCC auto baten eta hegazkin baten ibilgailu hibridoa da eta 16 s behar ditu 1.000 km/h-ko abiadura hartzeko. Kalkulatu zer azelerazio duen eta zer denbora behar duen soinu-langa gainditzeko (1.215 km/h).**

Azelerazioak denbora jakin batean abiadura zenbat aldatzen den neurtzen du ( $1.215 \text{ km/h} = 337,5 \text{ m/s}$ ):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{277,8 \text{ m/s}}{16 \text{ s}} = 17,4 \text{ m/s}^2$$

Abiaduraren ekuazioa erabiliz eta hasieran geldirik zegoenez ( $v_0 = 0$ ):

$$v = v_0 + a \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{v}{a} = \frac{337,5 \text{ m/s}}{17,4 \text{ m/s}^2} = 19,4 \text{ s}$$

46.



**Kalkulatu higitari hauen azelerazioa, kontuan hartuta higitzen hasi eta 10 segundora iristen direla adierazitako abiadurara.**

a) 1 Formulako autoa: 250 km/h.

b) Eliteko atleta: 10 m/s.

c) Barraskilo lasterkaria: 10 m/h.

$$\text{a) } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{69,4 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 6,94 \text{ m/s}^2$$

$$\text{b) } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$c) a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,0027 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2$$

**47.** Kalkulatu atal bakoitzeko higikariaren azelerazio zentripetua eta ordenatu txikienetik handienera:

- a) 20 km/h-ko abiadurako eta 22 m-ko diametroko noria bat
- b) 15 km/h-ko abiadurako eta 5 m-ko erradioko zaldiko-maldiko bat.
- c) Errusiar mendi batean 80 km/h-ko abiaduran 10 m-ko diametroko kizkurra egiten duen bagoitxo bat.

a) Noria:

$$a_c = \frac{v^2}{\text{erradioa}} = \frac{30,9 \text{ m}^2/\text{s}^2}{11 \text{ m}} = 2,8 \text{ m/s}^2$$

b) Zaldiko-maldikoa:

$$a_c = \frac{v^2}{\text{erradioa}} = \frac{17,4 \text{ m}^2/\text{s}^2}{5 \text{ m}} = 3,5 \text{ m/s}^2$$

c) Errusiar mendia:

$$a_c = \frac{v^2}{\text{erradioa}} = \frac{493,8 \text{ m}^2/\text{s}^2}{5 \text{ m}} = 98,8 \text{ m/s}^2$$

**48.** Bide-segurtasuna. 80 km/h-ko abiaduran doan auto baten gehieneko balaztatze-azelerazioa 6,5 m/s<sup>2</sup>-koa da.

Kalkulatu zenbat denbora behar duen gelditzeko, gutxienez, eta zer espazio egingo duen gelditu arte.

Higidura uniformeki azeleratuaren ekuazioa erabiliz eta kontuan hartuta ibilgailua gelditzean haren azken abiadura nulua dela:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow t = 3,4 \text{ s}; \Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 38 \text{ m}$$

**49.** Bide-segurtasuna. Gelditze-distantzia esaten zaio gidaria gelditu egin behar duela konturatzen denetik ibilgailua gelditzen den arte ibilgailuak egiten duen espazioari.

Gelditze-distantzia kalkulatzeko, erreakzio-distantzia gehi balaztatze-distantzia egin behar da.

Kalkulatu 80 km/h-ko abiaduran doan auto baten gelditze-distantzia. Gogoratu gutxienerako erreakzio-denbora 3/4 s-koa dela eta abiadura horretan doan auto baten gehieneko balaztatze-azelerazioa 6,5 m/s<sup>2</sup> ingurukoa dela.

Gutxienerako erreakzio-denbora 0,75 s-koa da. Horri balaztatze-denbora gehitu behar zaio. Guztira, gelditze-denbora 4,2 s-koa izango da.

Gelditze-distantzia kalkulatzeko, guztizko denbora ordezkatu behar dugu ekuazioan:

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_{\text{Guztira}}^2 =$$

$$= 22,2 \text{ m/s} \cdot 4,2 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot (-6,5 \text{ m/s}^2) \cdot (4,2 \text{ s})^2 = 36 \text{ m}$$

50.



**Jo 20. orrialdeko ebatzitako ariketara eta aintzat hartu hartan aztertutako higidurak. Demagun higikarien ibilbideak jatorrian hasten direla. Idatzi bi higikarien higiduren ekuazioak eta egin grafikoak.**

1. kasua.

Higiduraren ekuazioak,  $x_0 = 0$  denean:

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 3t + t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t = 3 + 2t$$

$x$ - $t$  grafikoa ikaslearen liburuko 20. orrialdeko grafiko bera da, baina kurba koordenatu-sistemaren jatorrian hasten da.

$v$ - $t$  grafikoa 20. orrialdeko grafiko bera da.

2. kasua.

Higiduraren ekuazioak,  $x_0 = 0$  denean:

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 3t - t^2$$

$$v = a \cdot t = 3 - 2t$$

$x$ - $t$  grafikoa 20. orrialdeko grafiko bera da, baina kurba koordenatu-jatorrian hasten da.

$v$ - $t$  grafikoa 20. orrialdeko grafiko bera da.

51.



**Jo 20. orrialdeko ebatzitako ariketara eta aintzat hartu hartan aztertutako higidurak. Demagun higikarien ibilbideak jatorrian hasten direla eta higitzen hasi aurretik geldirik daudela. Idatzi bi higikarien higiduren ekuazioak eta egin grafikoak.**

1. kasua.

Higiduraren ekuazioak,  $x_0 = 0$  eta  $v_0 = 0$  direnean:

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

$$v = a \cdot t = 2t$$

$v$ - $t$  grafikoa 20. orrialdeko grafiko bera da, baina koordenatu-jatorrian hasten da.

2. kasua.

Higiduraren ekuazioak,  $x_0 = 0$  eta  $v_0 = 0$  direnean:

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

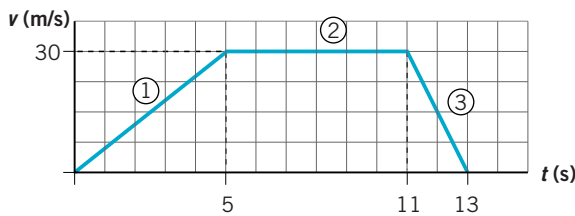
$$v = a \cdot t = -2t$$

$v$ - $t$  grafikoa 20. orrialdeko grafiko bera da, baina koordinatu-jatorrian hasten da.

52.

**Grafiko honek auto baten abiadura ibilbidean zehar zenbat aldatzen den adierazten du. Demagun pausagunetik abiatzen dela. Kalkulatu:**

- Zer higidura mota duen autoak tarte bakoitzean.
- Higiduraren ekuazioak tarte bakoitzean.
- Guztira zer espazio egiten duen.



Demagun autoak ibilbide zuzena duela.

1. tarte: higidura zuzen uniformeki azeleratua.
  2. tarte: higidura zuzen uniformea.
  3. tarte: higidura zuzen uniformeki dezeleratua.
1. tarte:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 30 \text{ m/s} = 0 + a \cdot 5 \text{ s} \rightarrow a = 6 \text{ m/s}^2$$

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 6 \text{ m/s}^2 \cdot 25 \text{ s}^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow x = 75 \text{ m}$$

2. tarte:

$$v = \text{konstantea} = 30 \text{ m/s}$$

$$x = v \cdot t = 30 \text{ m/s} \cdot 6 \text{ s} = 180 \text{ m}$$

3. tarte:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 0 = 30 \text{ m/s} + a \cdot 3 \text{ s} \rightarrow a = -10 \text{ m/s}^2$$

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 30 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ s} - \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 9 \text{ s}^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow x = 45 \text{ m}$$

c) Guztira egindako espazioa:

$$x = 75 \text{ m} + 180 \text{ m} + 45 \text{ m} = 300 \text{ m}$$

53.



Autobia zuzen batean 120 km/h-ko abiadura doan gidari batek izugarritzko ustekabea izan du: 100 m-ko distantziara katakume bat dago errepidearen erdi-erdian.

- a) Zer azelerazio igorri behar die autoaren balaztei, katakumea ez harrapatzeko?  
b) Zenbat denbora beharko du gelditzeko?

Higadura zuzen uniformeki azeleratuaren ekuazioak:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

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

Denbora lehen ekuazioan bakanduz eta bigarrenetan ordezkatuz gero, hau lortuko dugu:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot x$$

Azken abiadurak zero izan behar duenez:

$$0 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot 100 \text{ m} \rightarrow a = -5,6 \text{ m/s}^2$$

Balio hori lehen ekuazioan ordezkatuz gero, balaztatze-denbora lortuko dugu:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 0 = 33,3 \text{ m/s} + 5,6 \text{ m/s}^2 \cdot t \rightarrow t = 6 \text{ s}$$

54.



Kirolari bat parke batean entrenatzen ari da, 6 m/s-ko abiadura konstantean lasterka. Aurrean, 20 m-ra, abiadura, norabide eta noranzko berean lasterka egiten duen beste kirolari batek bere mp3a galdu duela ikusi du. Zer azelerazio beharko du beste lasterkariari mp3a itzultzeko 10 s igaro baino lehen?

Lehen kirolariak HZUA hartu behar du:

$$x_1 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Bigarren kirolariak HZUari eusten dio:

$$x_2 = x_0 + v \cdot t$$

Lehen kirolariak bigarrenarengana iristean, posizio berean izango dira biak, jatorriarekiko:

$$x_1 = x_2 \rightarrow v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = x_0 + v \cdot t$$

Denbora ( $t = 10 \text{ s}$ ) ordezkatzen badugu, azelerazioaren balioa lortuko dugu:  $a = 0,4 \text{ m/s}^2$ .

55.



Ibilgailu baten higidura uniformeki azeleratua aztertu nahi izan dugu, baina ez ditugu espazioaren, denboraren eta abiaduraren datu guztiak hartu:

- a) Osatu taula.  
b) Zenbateko azelerazioa du ibilgailuak?

**c) Egin azelerazio/denbora, abiadura/denbora eta espazio/denbora grafikoak.**

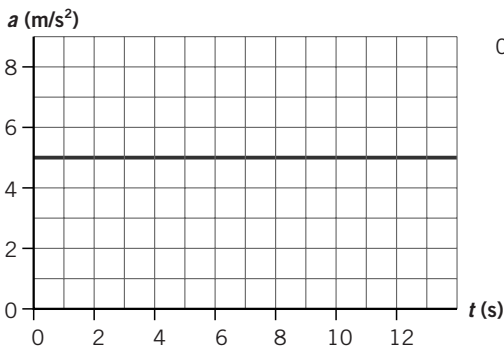
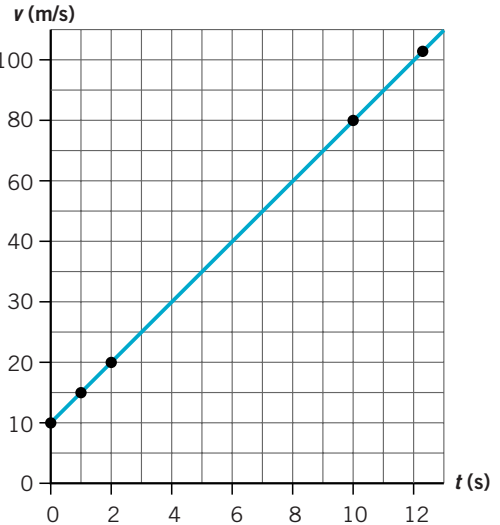
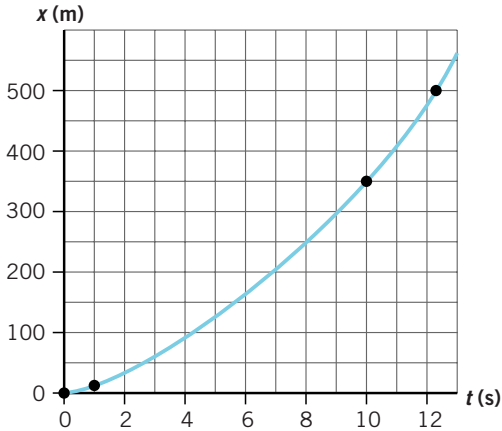
- a) Higidura zuzen azeleratuaren ekuazioetatik, taula osatzeko behar diren balioak lortuko ditugu:

<b>Denbora (s)</b>	0	1	<b>2</b>	10	<b>12,3</b>
<b>Abiadura (m)</b>	10	15	20	<b>60</b>	<b>71,4</b>
<b>Espazioa (m)</b>	0	<b>12,5</b>	<b>30</b>	<b>350</b>	500

- b) Ibilgailuaren azelerazioa konstantea da, eta honen berdina:

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{5 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}^2$$

- c) Azelerazio/denbora grafikoa lerro horizontal bat da, abzisa-ardatzarekiko paraleloa, eta ibilgailuaren azelerazioaren balioari dagokion puntuan mozten du ordenatu-ardatza. Abiadura/denbora grafikoa goranzko lerro bat da, ordenatu-ardatza higikariaren hasierako abiaduraren balioan (10 m/s) mozten duena. Espazio/denbora grafikoa parabolaerdi bat da, Hasierako espazioa zero denez, koordenatu-jatorrian hasten da grafikoa, eta azelerazioa positiboa denez, gorantz doa.



- 56.** Auto bat 100 km/h-ko abiadura zuzen batean, 50 km/h-ko abiadura mugatuko tarte batean. Geldirik zegoen Ertzaintzako auto bat autoaren atzetik abiatu da, 1,2 m/s<sup>2</sup>-ko azelerazioarekin. Zenbat denbora beharko du harrapatzeko? Zer espazio egingo du.

Autoak higidura zuzen uniformea du. Ekuazio hau dagokio higidura mota horri:

$$x_1 = v \cdot t$$

Ertzaintzako autoak higidura zuzen uniformeki azeleratua du. Ekuazio hau dagokio:

$$x_2 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2; \text{ eta, hasieran geldirik zegoenez, } v_0 = 0$$

Ertzaintzako autoak beste autoa harrapatzen duenean, bi autoek posizio bera dute jatorriarekiko:

$$x_1 = x_2$$

Bi ekuazioak berdinduz gero, denbora lortuko dugu:

$$v \cdot t = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \rightarrow t = 46,3 \text{ s}$$

Edozein ekuaziotan  $x_1$  edo  $x_2$  ordezkatzen badugu, ertzainek denbora horretan zer espazio egin duten jakingo dugu:  $x = 1.286 \text{ m}$ .

- 57.** Auto elektriko bat martxan jarri da eta 3 m/s<sup>2</sup>-ko azelerazioa izan du 4 s-an. Ondoren, abiadura konstanteari eutsi dio 10 s-an, eta azkenean, beste 5 s behar izan ditu gelditzeko. Egin abiadura/denbora eta azelerazio/denbora grafikoak.

a) Abiadura/denbora grafikoak hiru tarte ditu:

- Lehen tarte (  $t = 0$  s-tik  $t = 4$  s-ra bitartekoa) lerro inklinatu bat da, goranzkoa. Koordinatu-jatorrian hasten da, eta 3 m/s<sup>2</sup>-ko malda du.
- Bigarren tarte (  $t = 4$  s-tik  $t = 14$  s-ra bitartekoa) lerro zuzen eta horizontal bat da, abzisa-ardatzarekiko paraleloa, eta abiaduraren balioari dagokion puntuan mozten du abiaduraren ardatza:

$$v = v_0 + a \cdot t = 0 + 3 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ s} = 12 \text{ m/s}$$

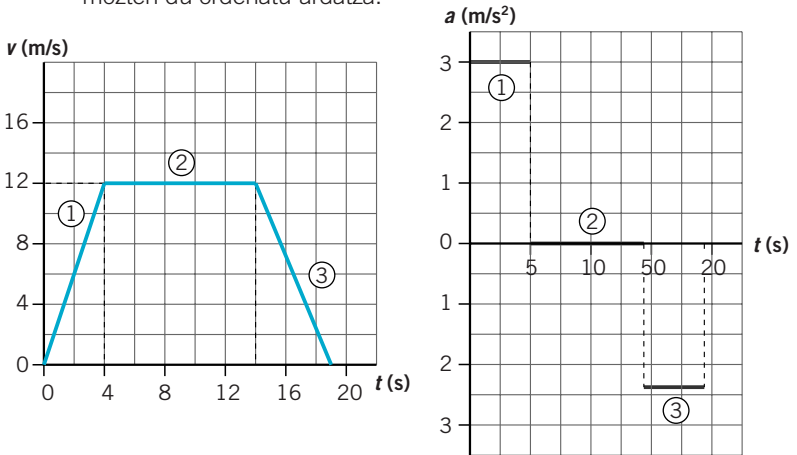
- Hirugarren tarte (  $t = 14$  s-tik  $t = 19$  s-ra bitartekoa) beheranzko lerro bat da. Denbora-ardatza 19 s-ko balioan moztu arte jaisten da, eta malda autoaren azelerazioaren berdina da:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 12 \text{ m/s} = 12 \text{ m/s} + a \cdot 5 \text{ s} \rightarrow a = -2,4 \text{ m/s}^2$$

b) Azelerazio/denbora grafikoak hiru tarte ditu:

- Lehen tarte (  $t = 0$  s-tik  $t = 4$  s-ra bitartekoa) lerro horizontal bat da, denbora-ardatzarekiko paraleloa, eta 3 m/s<sup>2</sup> puntuan mozten du ordenatu-ardatza.

- Bigarren tarte (  $t = 4$  s-tik  $t = 14$  s-ra bitartekoa) lerro horizontal eta paralelo bat da. Abzisa-ardatzaren gainean dago, abiadura konstantea baita, eta azelerazioa, nulua.
- Hirugarren tarte (  $t = 14$  s-tik  $t = 19$  s-ra bitartekoa) lerro horizontal eta paralelo bat da, denbora-ardatzarekiko paraleloa, eta  $-2,4 \text{ m/s}^2$  puntuan moztzen du ordenatu-ardatza.



58.

Taulako datuak auto batek bide zuzen batean duen abiadurari dagozkio.

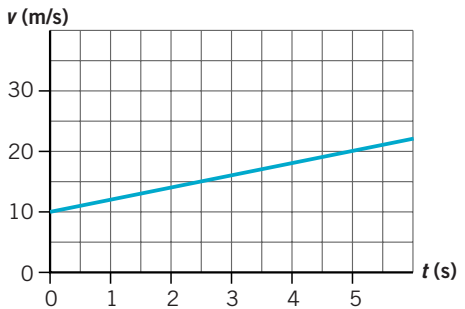
Abiadura (m/s)	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
Denbora (s)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

- Egin abiadura eta denbora lotzen dituen grafikoa.
- Sailkatu higidura.
- Idatzi higiduraren ekuazioa.
- Kalkulatu zer distantzia egin duen autoak:

- 2,5 s-ra.
- 2,0 s-aren eta 5,0 s-aren artean.

- Abiadura/denbora grafikoa goranzko lerro bat da, ordenatu-ardatza autoaren hasierako abiaduraren balioan (10 m/s) moztzen duena, eta malda azelerazioaren berdina da:

$$\text{Malda} \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2 \text{ m/s}^2$$



- Autoa bide zuzen batean zehar higitzen denez gero, higidura zuzen uniformeki azeleratua izango du.



c) Higidura horren ekuazioak hauek dira:

$$v = v_0 + a \cdot t = 10 \text{ m/s} + 2 \text{ m/s}^2 \cdot t$$

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 10 \cdot t + t^2$$

d)  $t = 2,5 \text{ s}$ :

$$x = 10 \text{ m/s} \cdot 2,5 \text{ s} + 1 \text{ m/s}^2 \cdot (2,5 \text{ s})^2 = 16,25 \text{ m}$$

$t = 2 \text{ s}$ :

$$x = 10 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} + 1 \text{ m/s}^2 \cdot (2 \text{ s})^2 = 14 \text{ m}$$

$t = 5 \text{ s}$ :

$$x = 10 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} + 1 \text{ m/s}^2 \cdot (5 \text{ s})^2 = 35 \text{ m}$$

2 s-aren eta 5 s-aren artean egindako distantzia 5 s-an egindako espazioaren eta 2 s-an egindako espazioaren arteko aldea da:

$$x_{\text{azkena}} = 35 \text{ m} - 14 \text{ m} = 21 \text{ m}$$

59.



**Paraxutista batek helikoptero batetik egin du jauzi, 3 km-ko altueratik. 50 m-ren ondoren, paraxuta ireki du eta 5 m/s-ko abiadura konstantean hasi da jaisten. Kalkulatu zenbat denbora behar duen lurrera iristeko.**

Ibilbideko lehen berrogeita hamar metroetan, erorketa librea egiten du, eta hasierako abiadura nulua da:

$$y_1 = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow 50 \text{ m} = -4,9 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 \rightarrow t = 3,2 \text{ s}$$

Hortik aurrera ( $y_2 = 3.000 \text{ m} - 50 \text{ m} = 2.950 \text{ m}$ ), abiadura konstantean jaisten da, higidura zuzen uniformean:

$$y_2 = v \cdot t \rightarrow 2.950 \text{ m} = 5 \text{ m/s} \cdot t \rightarrow t = 590 \text{ s}$$

60.



**50 m-ko altuerako eraikin baten gainetik, pilota bat utzi dugu erortzen.**

**a) Zenbat denbora beharko du lurrera iristeko?**

**b) Zer abiadura izango du lurrera iristean?**

a) Espazioaren ekuazioan 80 m-ko altuera eta hasierako abiadura nulua ordezkatzeko ditugu, erorketa-denbora kalkulatzeko:

$$y = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 \rightarrow t = 4 \text{ s}$$

b) Abiaduraren ekuazioa:

$$v = v_0 + g \cdot t = -39,2 \text{ m/s}$$

Ikur negatiboak adierazten du pilota beherantz doala. (Y ardatzaren ikurren irizpidea: positiboa gorantz eta negatiboa beherantz.)

**61.** 30 m-ko altuerako eraikin bateko zabaltzatik, txanpon bat jaurti dugu bertikalean gorantz, 5 m/s-ko abiadurarekin. Kalkulatu:

- a) Zer altuera hartuko duen pilotak gehienez, kalearekiko.
- b) Zenbat denbora beharko duen altuera hori hartzeko.
- c) Zer abiadura izango duen lurrera iristean.

Jaurtiketa bertikal bati dagokio higidura.

- b) Abiaduraren ekuazioa ebatziz, jakingo dugu zer denbora behar duen txanponak gehienezko altuerara iristeko:

$$v = v_0 - 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot t \rightarrow 0 = 5 \text{ m/s} - 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot t \rightarrow t = 0,5 \text{ s}$$

- a) Gehienezko altuera kalkulatzeko, denbora ordezkatu behar dugu posizioaren ekuazioan:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 =$$

$$= 30 \text{ m} + 5 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ s} - 4,9 \text{ m/s}^2 \cdot (0,5 \text{ s})^2 = 31,3 \text{ m}$$

- c) Behin txanpona gehienezko altuerara iritsita, erorketa librea hasten da, 31,3 m-ko altueratik behera:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot y \rightarrow v^2 = 0 + 2 \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot 31,3 \text{ m} \rightarrow v = 24,8 \text{ m/s}$$

**62.** Motor baten abiadura-neurgailuak 100 km/h adierazten du. Esan al daiteke azelerazioa nulua dela tarte zuzenetan eta kurbatuetan? Zergatik?

Abiadura konstantea izan arren, ibilbidea kurbatua bada, azelerazioa egongo da, abiaduraren norabidea aldatzen delako. Azelerazio horri zentripetua edo normala esaten zaio. Azelerazio tangentialak hau soilik neurtzen du: abiaduraren moduluaren norabidea denborarekiko nola aldatzen den.

**63.** Zaldiko-maldiko batean, bidaiak bi minutu irauten du, eta abiadura angeluarra 0,5 rad/s-ekoa da. Kalkulatu:

- a) Zenbat bira egiten duen zaldiko-maldikoak.
- b) Zer distantzia egiten duen, guztira, biraketa-ardatzetik 5 m-ra eserita dagoen haur batek.
- c) Zaldiko-maldikoak 2 min horietan egindako angelua.

Zaldiko-maldikoaren higidura zirkularra eta uniformea da, 0,5 rad/s-eko abiadura konstantekoa.

- a)  $\omega = \Delta\varphi/t \rightarrow \Delta\varphi = \omega \cdot t = 0,5 \text{ rad/s} \cdot 120 \text{ s} = 60 \text{ rad}$ .

Beraz, bira hauek egiten ditu:

$$60 \text{ rad} \cdot \frac{1 \text{ bira}}{2\pi \text{ rad}} = 26,3 \text{ bira}$$

- b) Bira oso batean, zirkunferentziaren luzeraren berdina den espazioa egiten du zaldiko-maldikoak.

$$L = 2\pi \cdot \text{erradioa} = 2\pi \cdot 5 \text{ m} = 31,4 \text{ m}$$

$$26,3 \cancel{\text{ bira}} \cdot \frac{31,4 \text{ m}}{1 \cancel{\text{ bira}}} = 826,2 \text{ m}$$

- c)  $\Delta\varphi = \omega \cdot t = 0,5 \text{ rad/s} \cdot 120 \text{ s} = 60 \text{ rad}$

64.



**Traktoreen atzeko gurpilak aurrekoak baino askoz handiagoak dira. Traktorea martxan dagoenean, zer gurpilek dute abiadura angeluarrik handiena?**

Gurpilen abiadura angeluarra abiadura linealarekiko proportzionala da, eta gurpil bakoitzaren erradioarekiko alderantziz proportzionala:

$$v = \omega \cdot \text{erradioa} \rightarrow \omega = \frac{v}{\text{erradioa}}$$

Hori dela-eta, erradiorik txikieneko gurpilek abiadura angeluar handiagoa izango dute erradiorik handienekoek baino.

65.



**Ordenagailu bateko disko gogorra 4.200 bira/min-ko abiadura angeluarrean biratzen da. Kalkulatu:**

- Abiadura angeluarra, NSko unitatetan.
- Zenbat denbora behar duen bira bat egiteko (periodoa).
- 1 s-ean zenbat bira egiten dituen.
- 1 s-ean zenbat bira egiten dituen.

**Datua: disko gogorraren diametroa = 10 cm.**

$$\text{a) } \omega = 4.200 \cancel{\text{ bira/min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \cancel{\text{ bira}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ min}}}{60 \text{ s}} = 439,6 \text{ rad/s}$$

$$\text{b) } T = \frac{1 \text{ bira}}{\omega} = \frac{2\pi \text{ rad}}{\omega} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$\text{c) } \frac{4.200 \text{ bira}}{60 \text{ s}} = 70 \text{ bira/s}$$

- d) Erradioa ezagututa (5 cm), abiadura lineala kalkulatzeko dugu:
- $$v = \omega \cdot \text{erradioa} = 439,6 \text{ rad/s} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 21,98 \text{ m/s}$$

66.



**Ilargiak 29 egun, 12 ordu eta 44 minutu behar ditu Lurraren inguruan bira bat egiteko. Kalkulatu Ilargiaren abiadura angeluarra eta abiadura lineala. Datua:  $d_{L-1} = 384.000 \text{ km}$ .**

Ilargiak Lurraren inguruan duen abiadura angeluarra kalkulatzeko, bira bat ( $2\pi \text{ rad}$ ) egiteko zenbat denbora behar duen jakin behar dugu.

Hau da:

$$T = 2.551.440 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi \text{ rad}}{2.551.440 \text{ s}} = 2,462 \cdot 10^{-6} \text{ rad/s}$$

Abiadura lineala kalkulatzeko, abiadura angeluarra eta orbitaren erradioa zenbatekoak diren jakin behar dugu:

$$\begin{aligned} v &= \omega \cdot \text{erradioa} = 2,462 \cdot 10^{-6} \text{ rad/s} \cdot 384.400000 \text{ m} = \\ &= 946,6 \text{ m/s} = 3.407,9 \text{ km/h} \end{aligned}$$

## IRAKURLEAREN TXOKOA

1. Demagun atleta bat bigarren testuan aipatutako abiaduran lasterka egiteko gai dela. Zenbat denbora beharko luke 100 m egiteko? Eta tsunamiek izan dezaketen abiaduran egingo balu?

Atletak abiadura hau badu: 34 km/s  $\rightarrow$  34.000 m/s:

$$v = \frac{x}{t} \rightarrow t = \frac{x}{v} = \frac{100 \text{ m}}{34.000 \text{ m/s}} = 2,94 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Tsunamiaren abiaduran (700 km/h = 194,44 m/s):

$$t = \frac{x}{v} = \frac{100 \text{ m}}{194,44 \text{ m/s}} = 0,50 \text{ s}$$

2. Lehen testuan, zientzialariek tsunamiak gertatzeko moduari buruz asko dakitela esaten da, baina baita 2004ko abenduaren 26koak ustekabeen harrapatu zituela ere. Hausnartu itxurazko kontraesan horri buruz.

Erantzun librea. Tsunami hori azken urteetan halako suntsipena eragin duen bakarra izan da. Eskualde hartan, ez zegoen alarma-gailurik.

3. Testu horrek azaltzen duenez, tsunamien abiadura ozeanoaren sakoneraren araberakoa da. Eman tsunami hark kostaldera iristean zuen abiadurari buruzko hipotesi bat (adierazitako abiadura baino handiagoa edo txikiagoa) eta azaldu.

Erantzun librea. Kostaldera iristean, olatuen abiadura txikitu egiten da. Haien altuera, berriz, handitu egiten da; hain zuzen, horrek eragiten du hondamendia, ura metro asko sartzen da barrualderantz.

4. Bigarren testuan, neurketa-errore bat dagoela dirudi. Aurkitu errorea eta idatzi hutsegite horri buruzko iruzkin kritikoa.

34 km/s-ko abiadura Lurra espazioan zehar Eguzkiaren inguruan duena baino 4 km/s handiagoa da. Testuan, 4 m/s handiagoa jartzen du.

Erantzun librea.

Prentsan, erlojuaren kontra egiten da lan, eta beraz, hutsegite hori ulertu beharko lukete ikasleek. Dena den, behar duen garrantzia eman behar zaio hutsegiteari, zenbakizko datuak tratatzean zorrotz jokatu behar baita.

5. ● **Halaber, testu horretako datuetan oinarrituta, kalkulatu Lurrak orbitan zer lekualdaketa-abiadura duen, gutxi gorabehera, eta adierazi km/h-tan. Abiadura horretan bidaiautuko bazenu, zenbat denbora beharko zenuke Lisboatik Parisa joateko (1.734 km)?**

Lurrak 30 km/s-ko abiadura du orbitan. Km/h-tan adieraziz, 108.000 km/h-koa. Abiadura horretan 1.734 km-ko bidaia egiteko, denbora hau behar da:

$$t = \frac{x}{v} = \frac{1.734 \text{ km}}{108.000 \text{ km/h}} = 0,016 \text{ h} \approx 58 \text{ s}$$