

Gaur egun Lurra biribila denik ez du inork zalantzan jartzen, batez ere satelite-ek bidalitako argazkiak ikustean. Hala ere, kontutan hartu behar da aurrerapen teknologiko horien beharrik ez dugula hori baieztatzeko; aski da gure inguruko fenomenoak aztertzea erantzun horiek aurkitzeko. Begira diezaiogun gure Lurrari une batez...

Objektuen itzala aztertzea Lurra-
ren lautasunaren hipotesia baz-
tertzeke eskura dugun beste mo-
du bat da. Bi makilen itzalak egun
eta ordu berean neurtzen badi-
tugu elkarrengandik urrun dau-
den leku desberdinetan, luzerek
berdinak izan beharko lukete,
Lurra laua izanez gero. Ez da or-
dea, horrela gertatzen. Behaketa
horretan garbi azaltzen denez,
itzalak neurri desberdinekoak
dira. 2. irudian ikus daitekeenez,
Lurra biribila delako azal daiteke
fenomeno hori.

Lurrean beha dezakegunaz gain,
zeruari so egitean ere baieztapen
honen argibidea erraz aurki dez-
akegu.

Antzinako itsasgizonak urrun joa-
ten ziren arrantza egitera edota
beste herrialdeak ezagutzera.
Bidaia horietan laguntza paregabea
eskaintzen zieten izarrek, horiei
esker norabide zuzena jarraitzea
lor zezaketelako. Itzultzean, lur
aberatsen berri ematen zuten eta
baita, izar berriena ere. Nola lite-
ke? Lurra laua dela onartuz gero,
ezinezkoa litzateke behaketa des-
berdinak egitea, ortzearen agerpe-
nak berdina izan beharko lukeela-
ko edonon gaudelarik ere.
Adibidez, Iparralderantz abiatzean,
hegoaldeko izarrek gero eta behe-
rago ikusten ditugu eta iparralde-
koak berriz, gero eta altuago.

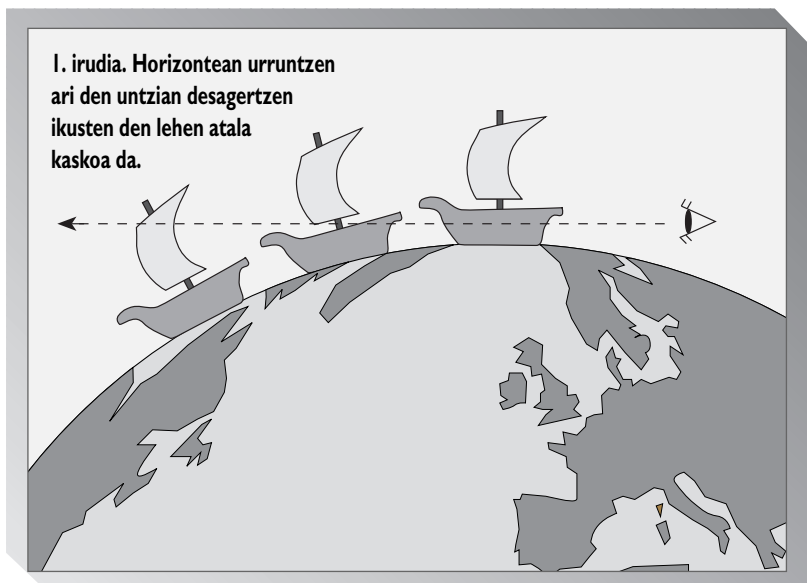
Lurra behatuz

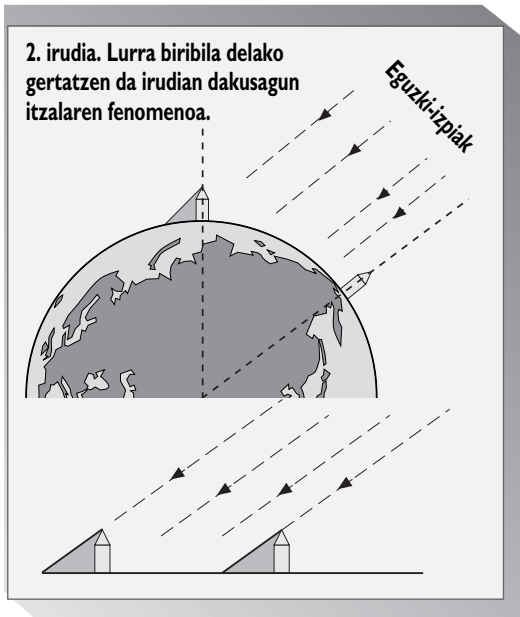
Miren Millet Mendibil*

Zientziak beti
baieztapen-modura
eman dizkigu eta guk
sinesmen osoz hartu
izan ditugu. Baina, gai
izango al ginateke gu
zenbait galderari
erantzuteko? Adibidez,
nola azaldu Lurra, gure
planeta, ez dela laua,
nahiz eta gure zentzuek
horrela adierazi?
Ondorengo
hausnarketa hauen
bidez funtsezko galdera
batzuei buruz
pentsatzeko abagunea
proposatzen dizuegu.

Lurraren itxuraz

Itsaso aldean, maiz ikusiko zenu-
ten untziren bat horizontean
urruntzen. Arreta handiz begira-
tuz gero, desagertzen ikusten
den lehen atala bere kaskoa da,
masta soilik ikusten delarik guztiz
desagertu arte (ikus 1. irudia).





Fenomeno astronomikoek betidanik piztu izan dute gizakiaren jakinmina. Horien artean eklipseak dira erakargarrienetakoak. Ilargia eta Eguzkiaren azalak orban ilun batez estalita ikustea Jainkoaren zigortzat hartzen zen antzinean. Denboraren poderioz, sinesmen horiek gainditu egin dira eta gaur egun badakigu Lurra edo Ilargiaren itzalek eragindakoak direla fenomeno horiek.

Lurrak, Eguzkiaren eta Ilargiaren artean jartzen denean, Ilargiaren azalean proiektatzen du bere itzala.

Noizbait erreparatu al diozue itzal horren formari? Ilargi eklipsean zehar, disko biribil bat hedatzen ikusten dugu Ilargiaren azaletik. Itzal hori Lurrak sortzen duena izanik, horren itxura somatzen dugu.

Lurraren mugimenduez

Errotazio-higidura

Gure adiera duen beste fenomeno bat, gure inguruko izar eta planeten higidura da. Egunero ikusten ditugu ekialdetik ateratzen eta mendebaldetik sartzen. Nola iritsi Lurraren beraren higidura ondorioztatzera?

Demagun Lurrak ez duela bere ardatzarekiko biratzen; astroen higidura Lurraren inguruan kalkulatu genezake orduan, haien distantzia ezagutuz gero.

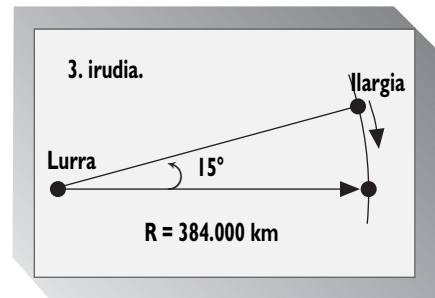
Ortzeko edozein objektuk, Eguzkia eta Ilargia barne, 24 ordutan bira oso bat (360°) ematen dio Lurrari. Beraz, ordubetean hamabost graduko mugimendua egingo luke. Ilargiari dagokionean, Lurrerainoko distantzia 384.000 km-koa da eta geometrian oso ezaguna den formula bat erabiliz, Ilargiak izango lukeen abiadura kalkulatu genezake (ikus 3. irudia):

$$S = \alpha \times R$$

$$S = \frac{384.000 \times 15 \times \pi}{180} = 100.531 \text{ km}$$

Ilargiaren abiadura, orduko 100.531 km-koa izango da.

Ilargia izarren artean mugitzen ikusten dugu. Horrek izarrek Ilargiaren atzean daudela esan nahi du. Ilargia izar horien gainean proiektatzen badugu lurreko leku ezberdinetik eta ordu berean, izar ezberdinak estaltzen dituela ikusiko dugu (ikus 4. irudia). Beraz, izarrek Ilargia baino askoz atzerago daude. Izarren bat 100 aldiz urrunago dagoela suposatzen badugu, haren abiadura Ilargiarena baino 100 aldiz handiagoa izango da. Eta izarrek askoz ere urrunago baldin badaude abiadura horiek ematea ezi-

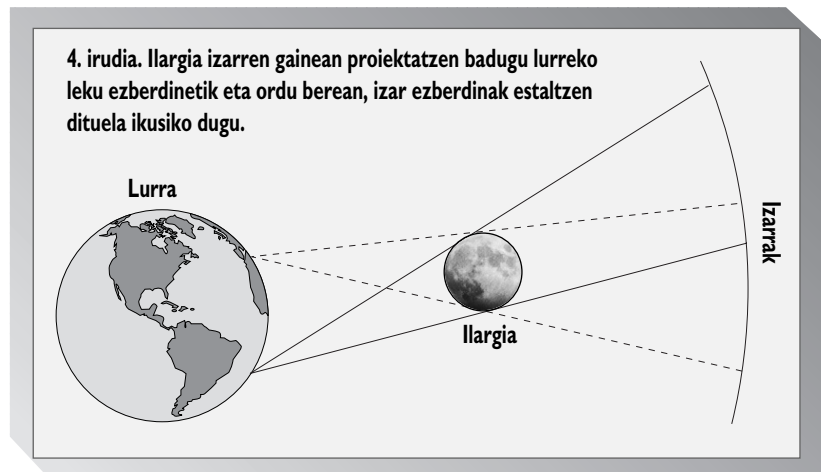


nezkoa izango da. Hurbilen dagoen izarra 9,5 bilioi km-ra dago; bere abiadurak argiarena baino handiagoa izan beharko luke eta dakigunez, hori ezinezkoa da. Horra hor baieztapea.

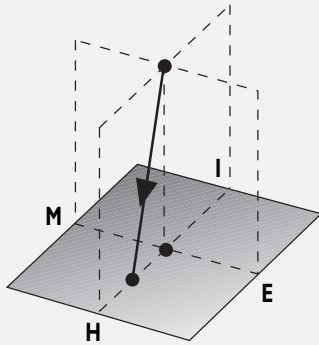
Lurra bere ardatzarekiko biratzen ari dela azaltzeko, beste fenomeno batzuk ere kontutan har daitezke.

Dorre batetik objektu bat botatzen badugu, ez da higidura bertikala soilik izango eta hegoekialderantz desbideratuko zaigula ikusiko dugu: abiadura zenbat eta handiagoa izan, orduan eta handiagoa izango da desbideraketa. Fenomeno hori bi azelerazio-mota desberdinen ondorioa da. Azelerazio zentrifugoa ondorioz, hegoalderantz desbideratuko da lpar hemisferioan eta iparralderantz Hego hemisferioan. Coriolisen azelerazioaren ondorioz bestalde, ekialderantz desbideratuko da bi hemisferioetan.

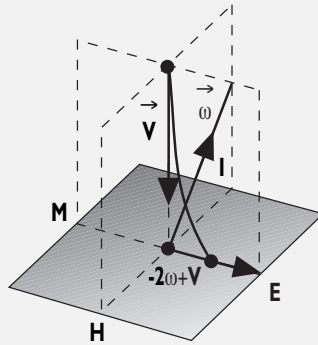
Lurraren errotazio-higidura dela medio, objektua bi azelerazio horien menpe higituko da: bat azelerazio zentrifugoa eta bestea



5. irudia. Lurraren errotazio-higidura dela medio, erortzen ari den objektua azelerazio zentrifugoaren eta Coriolis-en azelerazioaren menpe higituko da.



Azelerazio zentrifugoaren ondorioz hegoalderantz desbideratuko da lpar hemisferioan.



Coriolis-en azelerazioaren ondorioz, Ekialderantz egingo du Hego hemisferioan.

Coriolis-en azelerazioa (ikus 5. irudia).

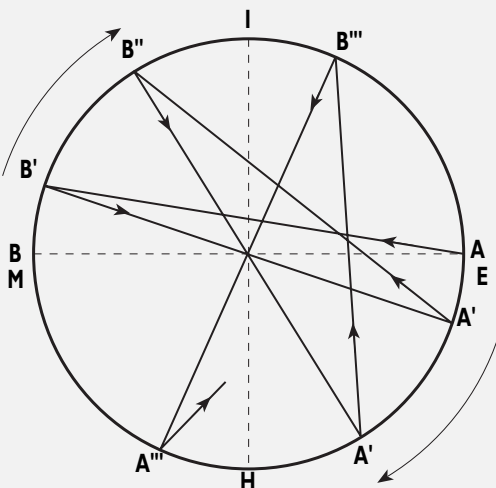
Orain arte bertikalki higitzen den objektu bat aipatu dugu, baina horizontalki mugitzen den objektuak ere antzeko desbideraketa jasaten du. Denok ikusi izan dugunez, urez betetako bainontzi bat hustutzerakoan zurrumbilo bat sortzen da. Zergatik? Lehen aipatu dugun Coriolis-en azelerazioa da horren arrazoia. Azelerazio horrek lparaldeko hemisferioan eskuinerantz desbideratzen du horizontalean mugitzen den objektua eta ezkererantz Hego hemisferioan.

Fenomeno horrek haize eta hodeien higidura orokorra zehazten du. Presio gutxiko gunea sortzen denean, haizea erdialdera abiatzen da, baina Coriolis-en azelerazioaren eraginez haizea osatzen duten molekulak eskuinerantz desbideratzen dira, erlojuaren orratzen kontrako higidura sortuz.

Errotazio-higidurak sortzen duen eragina ulertzeko beste bide on bat penduluaren oszilazioak dira.

Lurrak birarik emango ez balu, eta pendulua hasieran ekimendaldeko norabidean (A puntuan) askatuko bagenu (ikus 6. irudia), A eta B puntuen artean oszilatzen arituko litzateke etengabe. Penduluak beti plano berean oszilatzeko joera du inongo perturbaziorik jasaten ez duen bitartean. Baina A eta B puntuen artean oszilatzen uzten badugu, lpar hemisferioan eskuinerantz desbideratuko da, hau da, Lurraren errotazio-higidurak penduluaren oszilazio-planoa erlojuaren orratzen norabidean biraraziko du eta bestaldera Hego hemisferioan. Horrek pendulua bere oszilazio-planotik desbideratzen duen indar bat dagoela adierazten digu. Indar hori Coriolis-en azelerazioak sortutakoa da, hain zuzen.

6. irudia Errotazio-higidurak sortzen duen eragina ulertzeko beste bide on bat penduluaren oszilazioak dira.



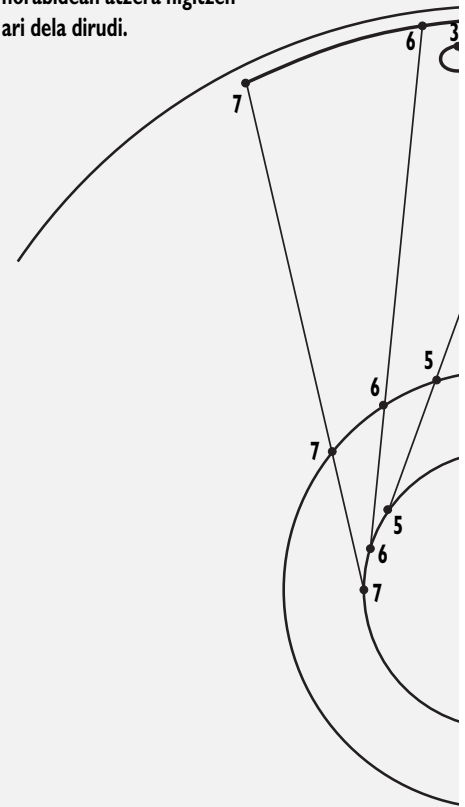
Foucault izan zen 1851n, 67 metroko pendulu batez Parisen fenomeno hori azaldu zuen lehena. Saiakuntza hori Lurraren errotazio-higiduraren froga paregabea duzue.

Translazio-higidura

Zalantzarik gabe Lurra Eguzkiaren inguruan biraka ari dela esango digu edonork. Alabaina, nola dakigu hori? Zein motako froga behar dugu hori baieztatzeko? Zein fenomenok pentsarazten digu hori horrela dela?

Kopernikoren garaian, zerua akats gabea zela sinesten zuten, hots, planetek eta izar guztiek higidura zirkularrak osatzen ziztuztela eta Lurraren inguruan biraka zebiltzala uste zen. Uste horretan ordea, bazegoen argitu beharreko fenomeno asko.

7. irudia. Ortzian, Martitz planeta bere norabidean atzera higitzen ari dela dirudi.



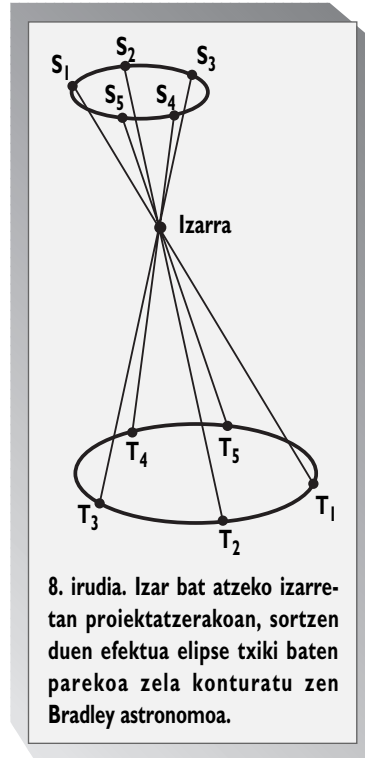


Adibidez, Martitz planeta behatzean, haren argia zenbaitetan indartsuagoa eta beste batzuetan ahulagoa zela ikusten zuten; hori ezinezkoa litzateke Lurretik distantzia berera eta orbita zirkularraren higituz gero.

Martitzen mugimendu atzerakoia ere ulergaitza gertatzen zitzairen. Horren arabera, ortzian Martitz planeta bere norabidean atzera higitzen dela dirudi (ikus 7. irudia).

Fenomeno horiek argitzeko teoria bitxiak postula ditzakegu (garai horretako zientzilariek hasieran egin zuten bezala), baina, fenomeno horien azalpenik onena eta errazena, Lurrak Eguzki inguruan orbitatzen duela kontutan hartzea da.

Lehenago esan dugunez, Ilargiak ortzian toki desberdinak estaltzen ditu. Gugandik gertuen dagoen izar bat behatzen badugu Lurrak Eguzkiaren inguruan egi-



8. irudia. Izar bat atzeko izarretan proiektatzerakoan, sortzen duen efektua elipse txiki baten parekoa zela konturatu zen Bradley astronomoa.

ten duen orbitan urrun dauden bi puntu desberdinetatik, gertuen dagoen izar hori atzerago dauden izarretan proiektatzean, leku desberdinetan azaltzen dela ohartuko gara, Ilargiaren kasuan gertatzen den antzera.

Ticho Brahe fenomeno hori ulertzen eta behatzen saiatu zen. Fenomenoa ulertuz Lurraren translazio-higidura demostratzerara iritsiko zela garbi ikusi zuen. Aitzitik, Ticho Brahe ez zen angelu horiek neurtzeko gai izan, bere tresnek zehaztasun-maila txikiegia baitzuten. Beraz, ez zuen baliagarritzat jo Lurra Eguzkiaren inguruan biraka ari denaren teoria.

Gaur egun erabil daitezkeen tresnak askoz ere zehatzagoak dira eta angelu horiek neur daitezke. Fenomeno hori neurtzeko behar dugun zehaztasuna 8 kilometrorra 25 pezetako txanponaren diametroa ikusteko beharko genukeena da.

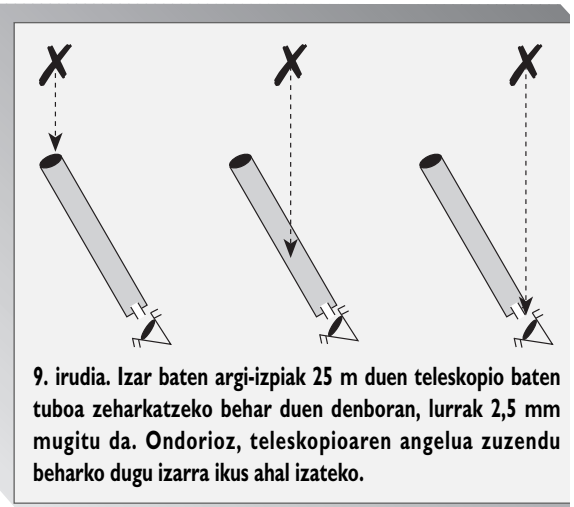
Arestian aipatu dugun izarra atzeko izarretan proiektatzerakoan, sortzen duen efektua elipse txiki baten parekoa zela konturatu zen Bradley astronomoa (ikus 8. irudia).

Halaber, berak elipse txiki horretan teorikoki kalkulaturako pun-

tuetan ez zela izarra agertzen konturatu zen Bradley. Beraz, bazegoen oraindik aztertu gabeko beste fenomeno bat: Aberrazioaren fenomenoaren izenaz ezagutzen dena.

Demagun Palomar mendiko teleskopioarekin ari garela lanean. Teleskopioak 25 m-ko luzera du. Argia 300.000 km segundoko abiaduraz higitzen dela badakigu eta beraz, argia teleskopioaren puntatik gure begietaraino ailegatu arte Lurra 2,5 mm higitu da, (30 km segundoko abiaduraz higitzen baita Eguzkiaren inguruan). Guk izarra ikusterako beraz, teleskopioa ortziaren beste puntu batetara zuzenduta dago (ikus 9. irudia).

Aberrazioa da Lurra etengabeko higiduran ari denaren baieztapen



9. irudia. Izar baten argi-izpiak 25 m duen teleskopio baten tuboa zeharkatzeko behar duen denboran, lurra 2,5 mm mugitu da. Ondorioz, teleskopioaren angelua zuzendu beharko dugu izarra ikus ahal izateko.

ukaezina. Horrek azaltzen digu bestalde, zer dela eta Bradleyren behaketak eta kalkulu teorikoak ez zetozen bat.

Orain arte aurkeztu eta azaldu diren kezak gizakiak berez duen jakinmina asetzen ahalegindu izanaren ondorio dira. Gaur egun hori guztia horrela dela badakigu; nolana ere, gure ingurua behatuz eta ezagutuz irits gaitzke fenomenoak ulertzera.



* CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako artikulua

