

Teleskopio optikoak. Begiluzearen tentaldia

Lasa Diarbide, Aitzol

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Teleskopio optikoek hodi magikoak dirudite. Argia hodiaren mutur batetik sartzen da eta, hara! Beste muturretik begiratuta, objektu txikiak handiagoak ikusten dira, eta urruti zeudenak, berriz, hurbilago daude. Hodiaren barruan, teleskopioak argiarekin jolasten du, eta begiluzeak ezin izaten dio eutsi begiratzeko tentaldiari. Bi motatako teleskopio optikoak daude. Lehenengoa errefrakzio-teleskopioa da, eta bigarrena, berriz, islatze-teleskopioa.

HAUR BATEK TELESKOPIOA ESKU ARTEAN HARTZEN DUENEAN, zientzialariarentzat ikerketarako gailua dena harentzat jostailu bilakatzen da. Eta ez da harrizkoa. Teleskopioaren oinarria bera, dirudienez, jolasean zebilen gazte batek aurkitu zuen.

Istoriok dio Herbehereetako betaurrekogile baten lantegian gertatu zela aurkikuntza. Jolasean zebilela, laguntzaile gazteetako batek lente ganbila eta ahurra esku banatan hartu zituen. Gaztearen begira iritsi aurretik, argia lente ganbiletik eta ahurretik igaro zen hurrenez hurren. Gazteak, orduan, urruneko objektuak gertuago baleude bezala ikusi zituen.

Egia da lente edo leiar ganbil bakarrekin lor daitekeela efektu hori. Alegia, lupa batez zigiluetako xehetasun txikiak ikus ditzakegu edo intsektu baten morfologia aztertu. Eta, lupa, leiar ganbila besterik ez da. Baina lupa paperetik asko urrunduz gero, hizkiak, handitzeaz gainera, deformatu egiten dira. Hori da, hain zuzen, leiar ahurra- ren funtzioa, leiar ganbilak irudia handitzean ezinbestean sortu duen deformazioa indarrrik gabe uztea.

Leiar batetik igarotzean argiak jasaten duen deformazio horri errefrakzioa esaten zaio. Hots, ingurune batetik bestera igarotzean, argiak hedatzenorabidea aldatu egiten du. Kasu

honetan, aireak eta beirak dentsitate ezberdina dutelako eta beirazko leiarrak bihurtura duelako gertatzen da errefrakzioa.

Errefrakzio-teleskopioak

Errefrakzio-teleskopioa errefrakzio-efektuaz baliatzen den gailua baizik ez da, alegia, leiar ganbila eta ahurra mutur banatan kokatuak dituen hodi bat. Begiratu, leiar ahurretik edo okularretik begiratzen da, eta, leiar ganbila duen muturra edo leiar-irekidura jartzen da handituta ikusi nahi den objektuaren aldera.

Luparen diametroa zenbat eta handiago izan, zigilua hainbat eta handiago ikusten dela gauza nabaria da. Bada, gauza bera gertatuko da errefrakzio-teleskopioko leiar-irekidurarekin. Zenbat eta diametro handiago izan, orduan eta handitze handiago izango du teleskopioak, eta, ondorioz, urrunagoko gauzak ikusten ahalko dira. Urrunagoko gauzak ikusiko dira bai, baina betiere neurri baten barruan. Izan ere, leiar-irekiduraren diametroa zenbat eta handiago izan, orduan eta garestiagoa da errefrakzio-teleskopioa egitea.



Sao Pedro de Alcantara begiratokia, Lisboako Bairro Alton. Txanpon baten truke teleskopioa erabil daiteke, Castelo arakatzeko.

MEC

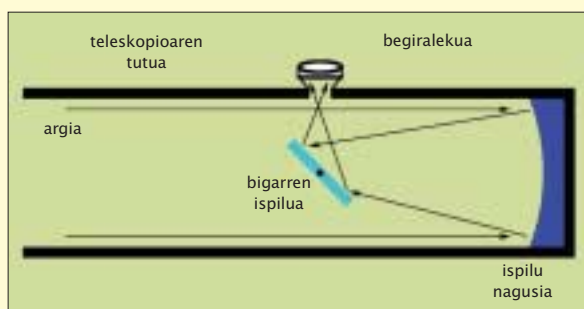
“leiar ahur eta ganbilak eta ispilu kurbatuak daude teleskopioaren magiaren atzean”

Islatze-teleskopioak

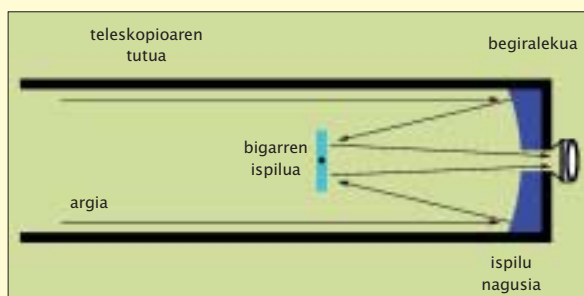
Errefrakzio-teleskopioez gain, irudia ispiluen bidez handitzen duten teleskopioak ere badaude. Azken horiei islatze-teleskopio esaten zaie, eta ez dute leiarrik erabiltzen.

Argia hodian barrena sartzen denean, ispilu nagusiarekin egiten du topo. Ispilu hori ahurra da, eta argia bideratu egiten du beste ispilu txikiago eta lau batera. Bigarren ispilu horren egin-beharra da ispilu nagusiak deformaturiko argia okularrera bideratzea. ➔

Islatze-teleskopioak barrutik



Newton



Cassegrain

Hans Lippershey —Herbehereetako betaurrekogilea— errefrakzio-kataloxak diseinatzeko hasi eta denbora gutxira, Newton eta Cassegrain zientzialariek (XVII. mendea) ispiluak erabili zituzten, leiarren ordez, beren teleskopioak diseinatzeko.

Diseinu haiek plazaratu eta gero, norgehiagoka piztu zen teleskopio-egileen artean. Errefrakzio-teleskopioa edo Newton eta Cassegrainek proposatutako islatze-teleskopioa, zein ote zen hobea? Hiru mendetan zehar zeinek baino zeinek teleskopio handiagoak eta ikaragarriagoak asmatzen eta eraikitzen ibili ziren. Errefrakzio-teleskopio erraldoia eraiki orduko, islatze-teleskopio handiagoa eta hobea eraikiko zuten aurkariek.

Islatze teleskopioei dagokionez, Newton eta Cassegrainek nork bere diseinua proposatu zuten. Islatze-teleskopioek duten arazo garrantzitsuena da, errefrakzio-teleskopioetan ez bezala, leiar okularra ezin dela hodiaren muturrean besterik gabe ipini, han dagoelako kokatua ispilu nagusia. Newtonen diseinuak 45°ko inklinazioa zuen bigarren ispilu lau bat erabiltzen zuen argia leiar okularrera bideratzeko. Aldiz, Cassegrainen diseinuan, leiar okularra hodiaren muturrean zegoen eta argia ispilu nagusian eginiko zulo batetik igarotzen zen.



MEC

Binokularrek errefrakzio-teleskopioen diseinuari jarraitzen diote.

Bi teleskopio-mota horien antzekotasuna agerian dago, beraz. Nahiz eta batek leiarrak erabili eta besteak ispiluak, leiar zein ispilu ganbil edo ahurrek argia deformatzen dute eta irudiak handitzen dituzte.

Aberrazioa eta foku-distantzia

Islatzte-teleskopioetan, argia ispiluetan islatu eta norabidez aldatzen da. Besterik gabe. Aldiz, errefrakzio-teleskopioetan argia leiarrean barrena sartuta deformatzen da. Horrek aberrazio kromatikoa izeneko efektua sortzen du. Efektu hori esperimendu sinple honen bidez deskriba daiteke.

Linterna baten argi zuria beirazko prisma batean proiektatu behar da. Hori eginda, argi zuria ortzadar moduko batean deskonposatzen da. Bada, errefrakzio-teleskopioaren leiarrak gauza bera egiten du. Argi zuria koloretako argian deskonposatzen du, eta efektu horri esaten zaio aberrazio kromatikoa.

Aberrazio kromatikorik ezean, argi-uhin guztiak fokua deituriko puntu teoriko batean elkartuko lirarteke. Baina, esan bezala, aberrazio kromatikoak ez dio uzten argi zuriari horren ibilbide perfektua egiten. Leiarrak argi zuria deskonposatzean, nolabait, fokua ere deskonposatu egiten du. Horrela, kolore bakoitzak bere fokua izango du,

“aberrazio kromatikoaren erruz, argi zuria deskonposatu egiten da. Koloreak ez daude ongi definituta”

nahiz eta foku horiek elkarrengandik oso hurbil egon. Teleskopioaren erabil-tzaileak sumatzen duena, azken batez, irudi zikina da. Koloreak ez daude ongi definituta.

Leiar-irekiduratik fokura dagoen distantziari foku-distantzia deritzo. Kontzeptu horrek garrantzia dauka teleskopioaren handitzean eragin zuzena daukalako. Azken batez, handitzea leiar-irekiduraren foku-distantziarekiko zuzenki proportzionala da, eta okularraren foku-distantziarekiko alderantziz proportzionala.

Dena den, leiar-irekiduraren diametro bera lortzeko, islatze-teleskopioek aski dute hodi motzagoa. Horrek, noski, abantaila ekonomikoak dauzka, material gutxiago behar delako teleskopioa eraikitzeko. Zer esanik ez, abantaila hori esanguratsua da teleskopio erraldoi baten eraikina egiteko orduan. Hori gutxi balitz, ispiluak leiarrak baino merkeagoak dira —ez da material-kantitate bera behar gainazala edo bolumena egiteko— eta, argia ez denez uhin-luzeraren arabera sakabanatzen, ispilu-teleskopioek ez dute aberrazio kromatikorik jasaten.

Teleskopioaren formula errazak

Irakurle, ez beldurtu! Dirudien baino errazagoa da.

- **Handitzea** = $\frac{\text{Leiar-irekiduraren foku-distantzia}}{\text{Leiar okularraren foku-distantzia}}$

Leiar-irekidura edo objektiboaren foku-distantzia zenbat eta handiagoa izan, orduan eta handitze handiagoa izango du teleskopioak, hots, zuzenki proportzionalak dira. Aldiz, leiar okularraren foku-distantzia zenbat eta handiagoa izan, orduan eta txikiagoa izango da handitzea. Kasu horretan, bi magnitudeak alderantziz proportzionalak dira.

- **Argi biltzeko ahalmena** = $\frac{\text{Lehenengo teleskopioaren leiar-irekiduraren diametroa}}{\text{Bigarren teleskopioaren leiar-irekiduraren diametroa}}$

Argi biltzeko ahalmena bi teleskopio konparatzeko erabiltzen den kontzeptua da, eta lehenengo teleskopioak bigarrenak baino zenbat aldiz argi gehiago edo gutxiago biltzen duen neurtzen du. Argi gehien biltzen duen teleskopioarekin ikusten ahalko dira urrunagoko izarrak edo argi ahulagoa igortzen dutenak.

- **Bereizmen-ahalmena** = $\frac{11,25}{\text{Leiar-irekiduraren diametroa}}$

Idea hau zertxobait nahasgarriagoa gerta daiteke. Begiralearen begiak ezberdindu dezakeen baino angelu-desbideratze txikiagoan dauden bi puntu ezberdintzeko teleskopioak duen gaitasuna neurtzen du. Arku-segundotan neurtzen da.



Hubble espazio-teleskopioa 1984 urtetik dabil lanean. Hainbat urtez zintzo aritu da, baina laster erretiratuko dute.

NASA

Grantecan teleskopio erraldoia kanariar uharteetan dago.


Zerua arakatzeko, atmosfera da arazoa

Aberrazio kromatikoa ez da teleskopioa erabiltzean pairatuko dugun eragozpen bakarra. Izarrak edo gainerako astroak ikuskatu nahi izanez gero, atmosferako airearen fluktuazioek

irudia distortsiona dezakete. Pentsatu behar da hainbat kilometro atmosfera dagoela lurrazalaren gainean, eta atmosferako airea abiadura handiz ari dela mugitzen.

Eta, hori gutxi dela irudituz gero, teleskopioa espazio-ontzi batean sartu eta atmosferara bidal daiteke Lurra orbita dezan. Hartara, amaitu dira atmosferak eman ditzakeen arazoak. *Hubble* islatze-teleskopioak urteak daramatza Lurraren inguruan urruneko galaxien irudiak hartzen. Baina *Hubble* bezalako teleskopio gutxi dago, besteak beste garestiak direlako eta mantentzeko eta maneiatzeko arazoak ematen dituztelako.

Distortsioaz gain, Lurraren atmosferak argi ikusgaia, ultramoreak eta infragorriak partzialki xurgatzen eta errefraktatzen ditu, eta hori behaketa astronomikoen kalterako da. Izan ere, *Hubble* teleskopioak ez du soilik argi ikusgaia aztertzen. Ultramoreak eta infragorriak ere aztertzen ditu.

Baina espektrio elektromagnetikoaren banda ikusgaitik atera gabe, teleskopio optikoak oraindik erabiltzen dira, asko erabili ere, izarrak eta astroak aztertzeko. 

“zenbat eta altuago, orduan eta atmosfera gutxiago dago telekopioaren eta izarren artean”

Arazo horren aurrean aterabide bakarra dago. Teleskopioa zenbat eta gorago ipini, orduan eta atmosfera gutxiago egongo da astroen eta objektiboaren artean, eta, ondorioz, distortsioa ez da hainbestekoa izango. Horregatik daude behatoki astronomiko gehienak mendi altuetan kokatuta. Esaterako, Txileko Cerro Paranalen kokatutako behatokia 2.665 metroko garaieran dago.



Lurreko atmosferak xurgatu egiten ditu uhin elektromagnetikoak, teleskopio-behaketen kaltetan.

ARTXIBOKOA

ARTXIBOKOA