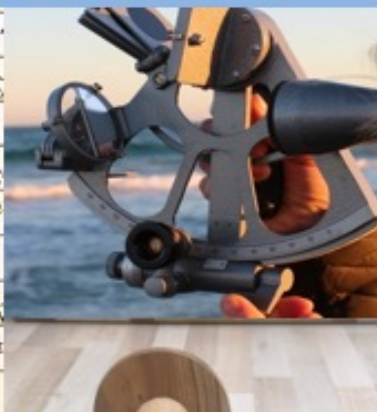




Astronavigatia de la gnomon si astrolab la sextantul Apollo



Comandor Vasile Chirila











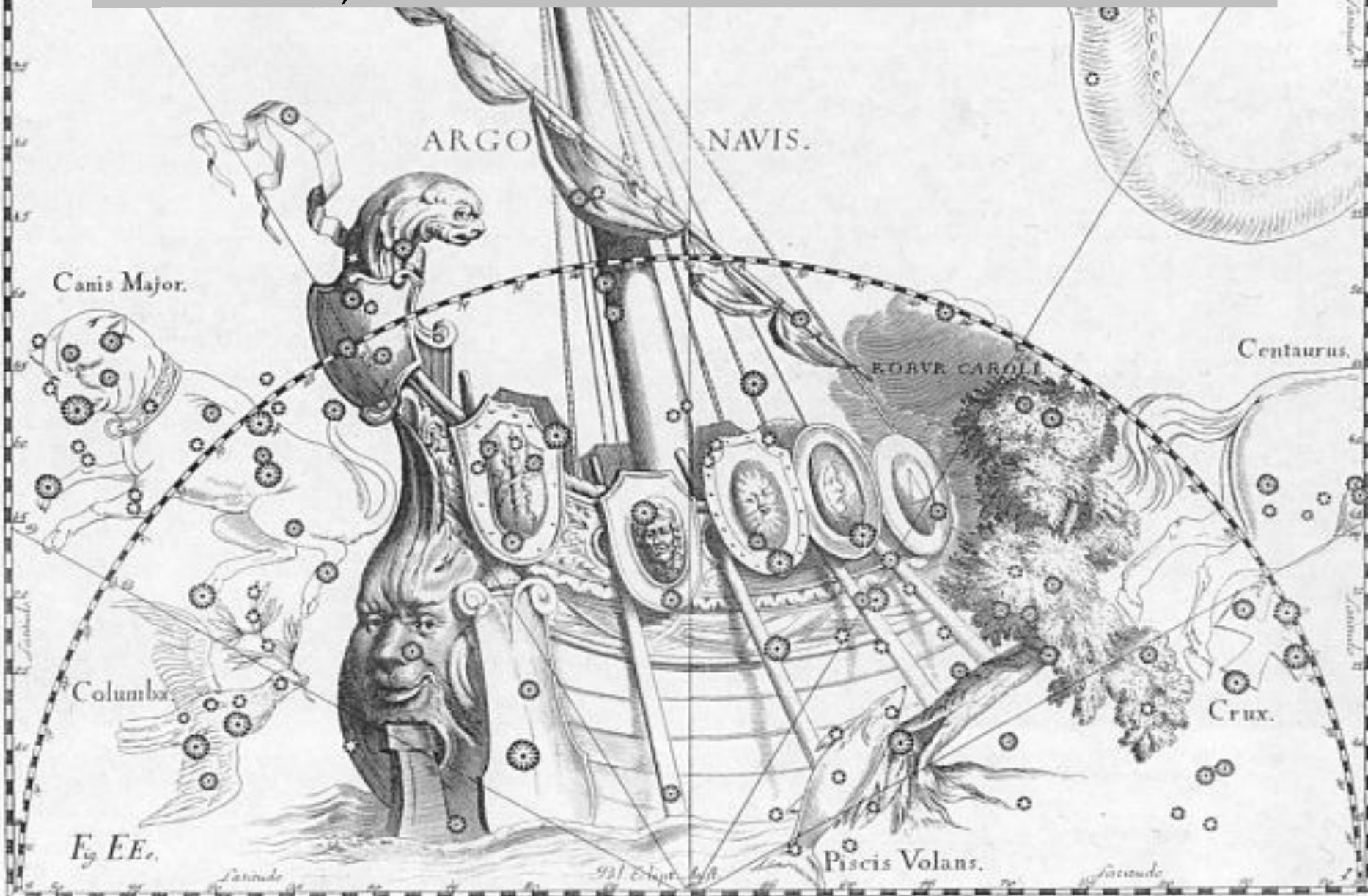
Principala preocupare a astronavigației o constituie determinarea coordonatelor navei pe mare, aeronavei în zbor și a navei spațiale în univers



Nimfa Calypso
l-a ajutat să își
construiască o
corabie, i-a asigurat
vântul în pânze și tot
ea l-a învățat să
navigheze după stele:

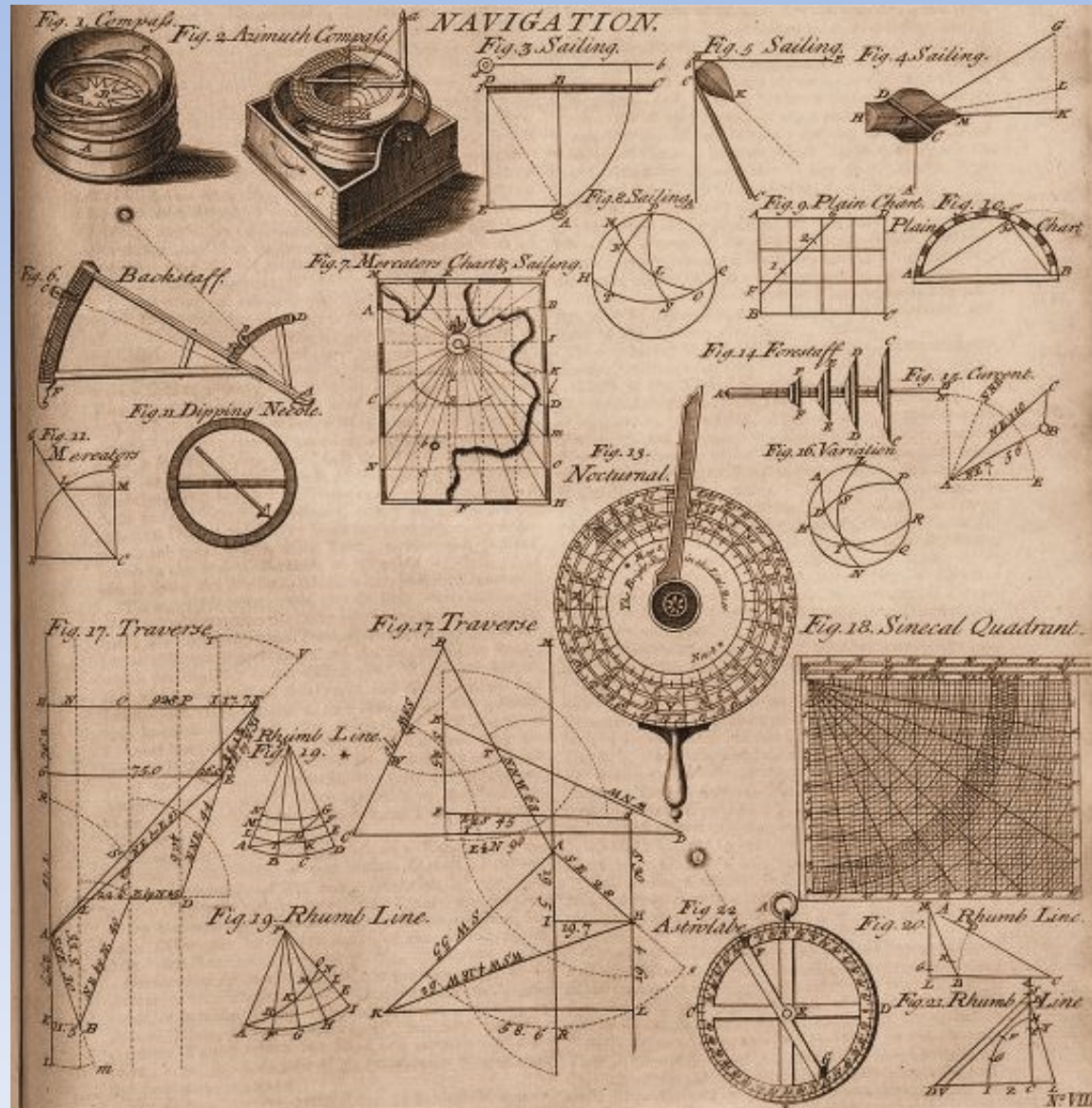
*„Căci zâna-i dete,
cînd plecă, povață /
Să aibă Carul tot la
stînga-n zări”
Homer, Odiseea*

**”Vreau să plec în larg, pe marea solitară sub unicul cer
O corabie și o stea care să mă conducă este tot ce cer!”**



Pentru a determina poziția navei, prin observații la aștri, marinarii au nevoie de cinci elemente:

- Hartă
- Cronometru naval
- Efemeridă (almanah)
- O metodă matematică.
- Instrument pentru măsurarea unghiului la aștri



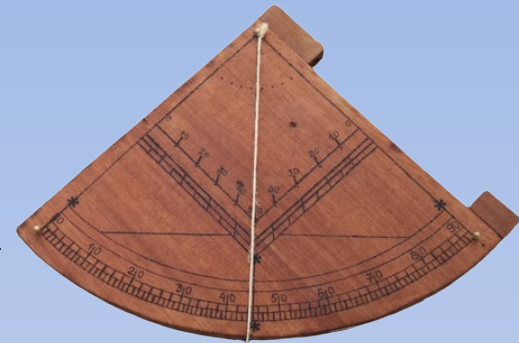
Instrumente de astronavigație antice



- Homer în „Odiseea”,
- Publius Virgiliu în „Eneida”,
- Apollonius din Rodos în „Argonautica”,
- Aratos din Soli în „Fenomene”,
- Marcus Manilius în „Astronomica”,
- Valerius Flaccus în „Povestea lui Iason și a Argonauților în căutarea lânii de aur”,
- Lucan în „Despre războiul civil roman de la Farsalia” și
- Publius Ovidius Naso în „Tristele”

descriu cum eroii antichității navigau după stele,
dar nu pomenesc nici măcar o dată despre vreun
instrument de astronavigație.

Instrumente antice



	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun
1	S 23	S 12.0	S 7.4	N 4.7	N 15.2	N 22.1
11	S 21.7	S 13.9	S 9.5	N 10.8	N 20.0	N 22.3
21	S 19.8	S 10.4	N 6.1	N 12.0	N 20.3	N 20.4
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	N 23.1	N 12.9	N 8.1	S 9.4	S 14.6	S 21.9
11	N 22.0	N 15.1	N 14.4	S 15.2	S 17.6	S 23.0
21	N 20.4	N 11.9	N 0.3	S 10.9	S 20.0	S 23.4



- Gnomon
- Kamal
- Astrolabul nautic
- Quadrant semicruce
- Quadrantul nautic
- Quadrantul pentru observații solare
- Quadrantul arcului încrucișat
- Crosstaff
- Backstaff

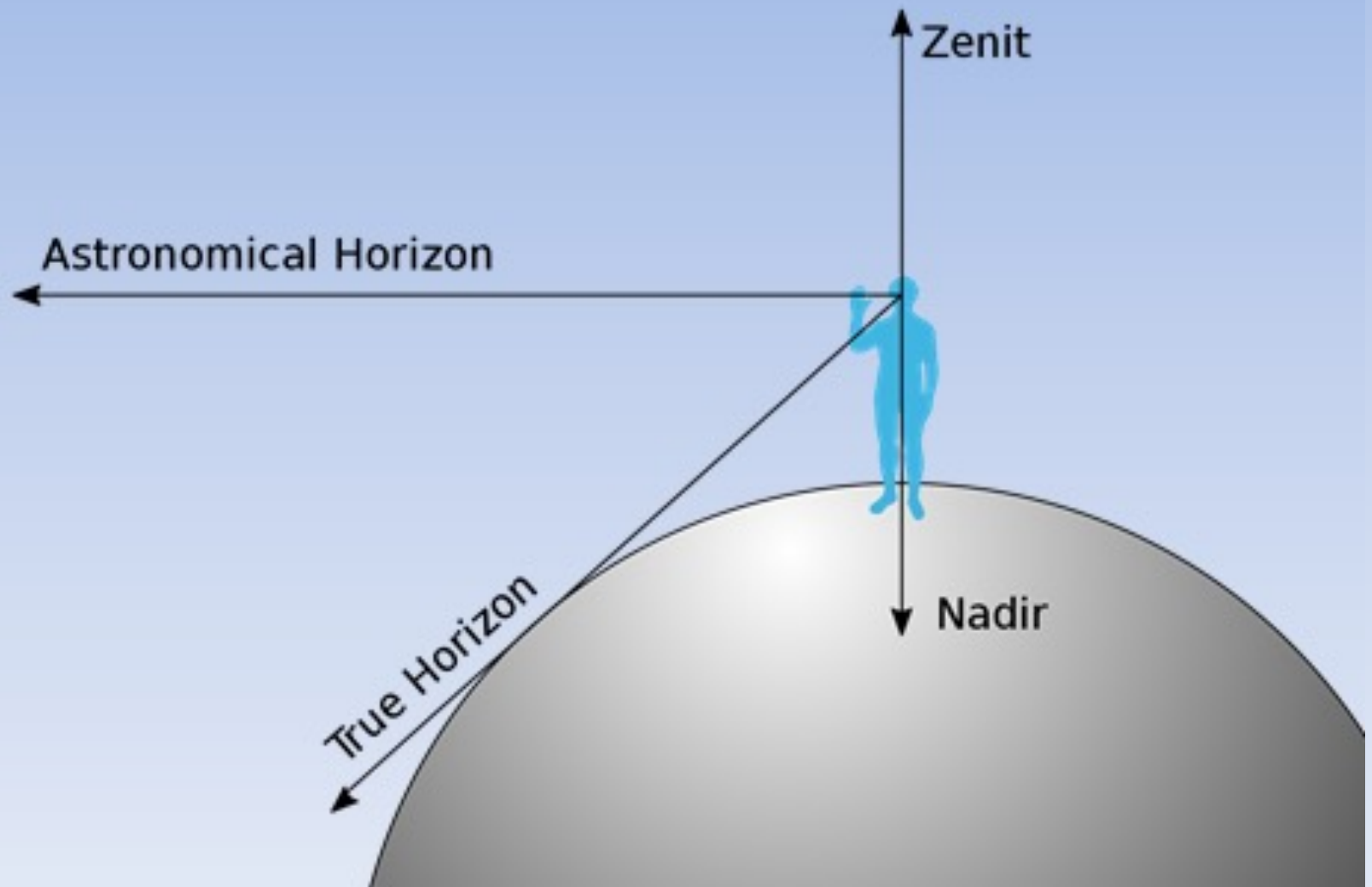


Sec. XVI - instrumente



- În epoca marilor descoperiri (începutul secolului al XV-lea) se perfecționează instrumente de navigație care îi ajută pe marinari să-și cunoască poziția pe mare.
- Cu toate acestea, până la sfârșitul secolului al XVIII-lea (când s-a perfecționat cronometrul marin), ei au reușit să determine doar latitudinea, în timp ce longitudinea a rămas o coordonată greu de determinat
- Înaintea sextantului existau nenumărate instrumente pentru măsurarea înălțimii stelelor care, scăzută din 90° și adăugată la declinație, asigură latitudinea.

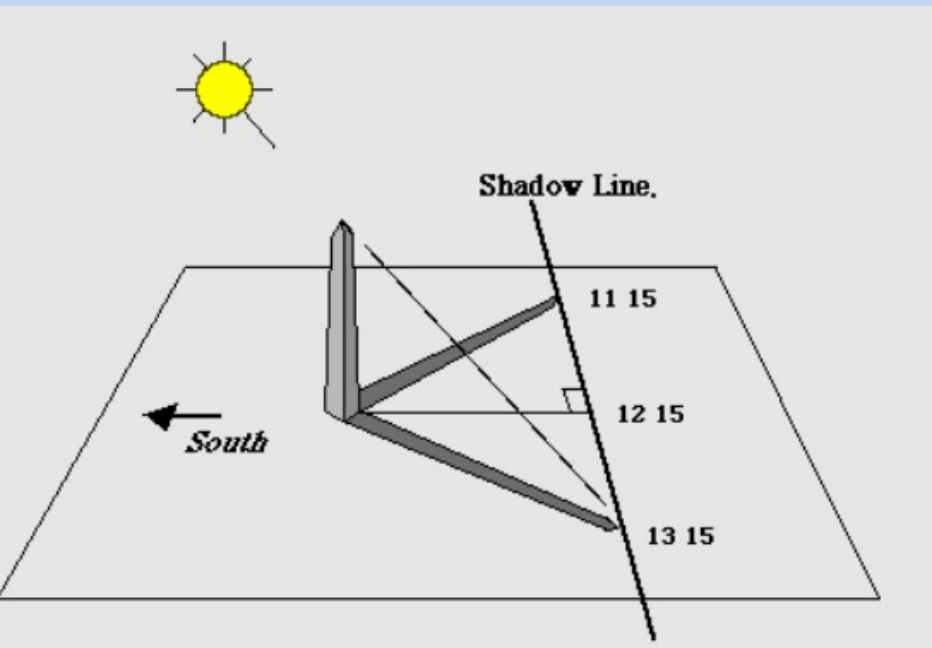
Metodă matematică



Gnomonul, primul instrument folosit în astronomie

Gnomon, vechiul nume al cadranului solar este un băț plantat vertical în pământ;

Este unul dintre primele instrumente științifice, care a provenit de la astronomii caldeeni și apoi s-a răspândit la civilizațiile antice grecești, chineze, indiene, arabe și egiptene.



- Era pur și simplu un stâlp vertical sau o tijă montată pe un plan orizontal;
- Timpul poate fi citit privind lungimea umbrei sau orientarea ei. Cu cât este mai scurtă umbra, cu atât ne apropiem de prânz. Cu cât este mai lungă umbra, cu atât ne apropiem de asfințit;
- Poziția umbrei sale indica ora din zi;
- Aparent, Soarele trasează o curbă cu vârful umbrei proiectate, care este cea mai scurtă la prânz, când arată meridianul;
- Variația poziției la prânz indică anotimpurile; umbra este cea mai lungă la solstițiul de iarnă și cea mai scurtă la solstițiul de vară.

Cunoscând lungimea umbrei și a gnomonului, geometria extrem de simplă oferă unghiul de înălțare a Soarelui pe cer.



Aplicând formula tangentei în triunghiul dreptunghic OSP format de cele două catete, farul și umbra farului:

$$\operatorname{tg} h = SP / OP$$

Pytheas(380 – 310) a fost Cristofor Columb al Greciei antice



În 330 îen, în periplusul său spre "Ultima Thule" a folosit gnomonul pentru a calcula poziția navei;

Aplicând corecții pentru paralaxă, semidiametru și refracție solară, obținem oblicitatea eclipticii determinată de Pytheas în 326 î.e.n. $23^{\circ}53'46''$;

Rezultatul său a fost adoptat de Ptolemeu și a devenit baza hărții Mediteranei de Vest.

Cifrele pentru observațiile lui Pytheas la solstițiul de vară de la Marsilia sunt date de Strabon și Ptolemeu.

Gnomonul



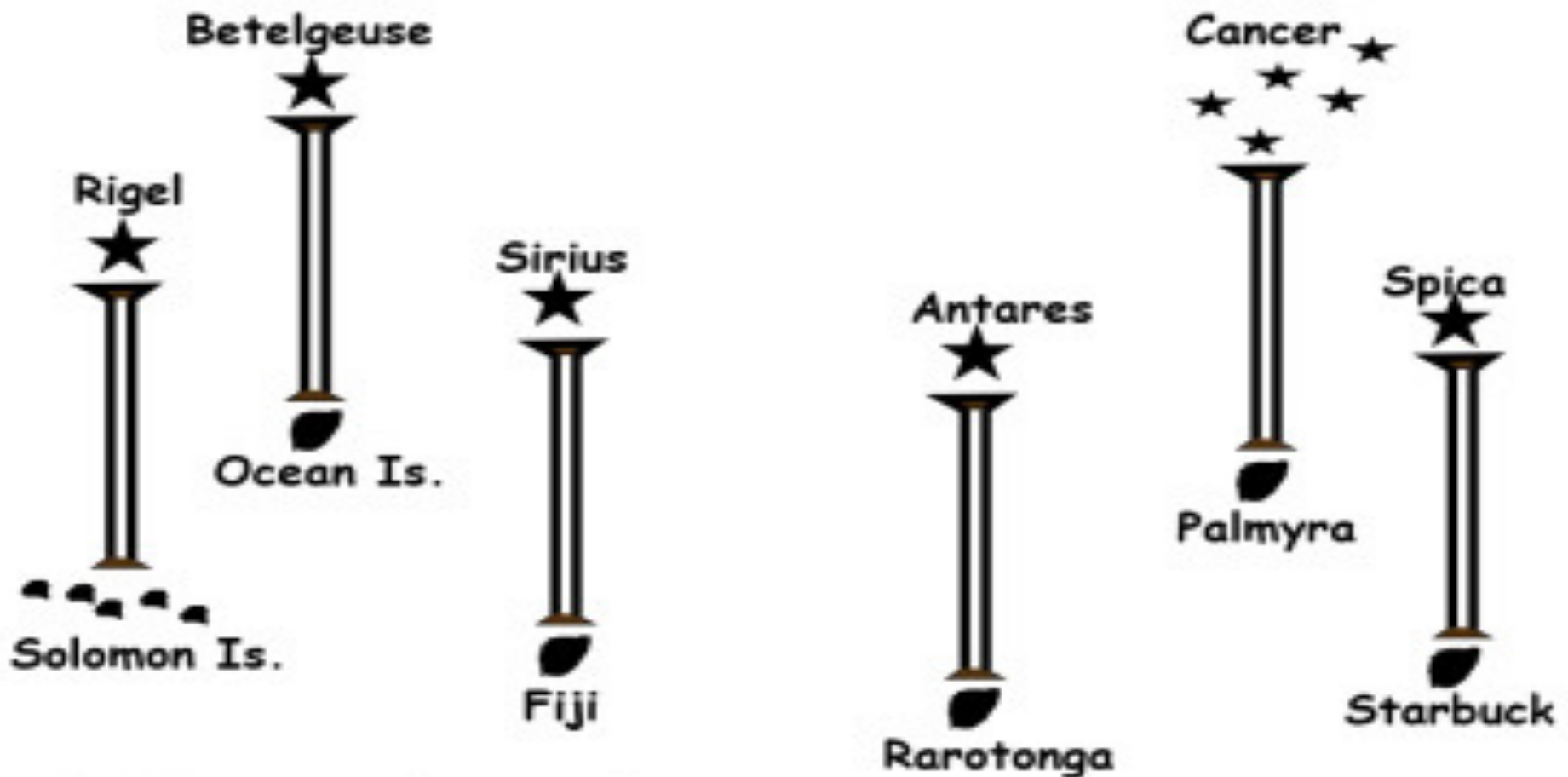
Vikingii navigau în larg folosind *piatra Soarelui* pe vreme noroasă. Această piatră solară, cu proprietăți de polarizare a luminii, aplicată la un gnomon sau la un cadran, putea detecta direcția la Soare cu o precizie de un grad, ceea ce a permis legendarilor navigatori să navigheze la mii de kilometri, chiar și în zilele noroase și în timpul nopților polare.

Latitudinea unei insule coincide cu declinația unei stele.

Când steaua traversează meridianul acelei insule va fi la zenit.

Polinezienii: "Stelele și cerul erau susținute de stâlpi".

Pillars of the Sky



(Declinations as of 1000 AD)



Gnomon Apollo MarsDial

- În prezent cea mai bună utilizare a gnomonului este în domeniul explorării spațiului.
- MarsDial este un cadran solar care a fost conceput pentru roverele Spirit și Opportunity.
- MarsDial poate funcționa ca un tip de cadran solar

Misiunile spațiale au avut la bord gnomoni pentru a afla meridianul local timpul și poziția Soarelui pe planeta Marte sau pe Lună.



Gnomon – o mică clapă triunghiulară care se ridică și aruncă o umbră, la fel ca pe un cadran solar. Pe spatele dispozitivului, există o serie de tabele cu timpi și unghiuri de umbră.

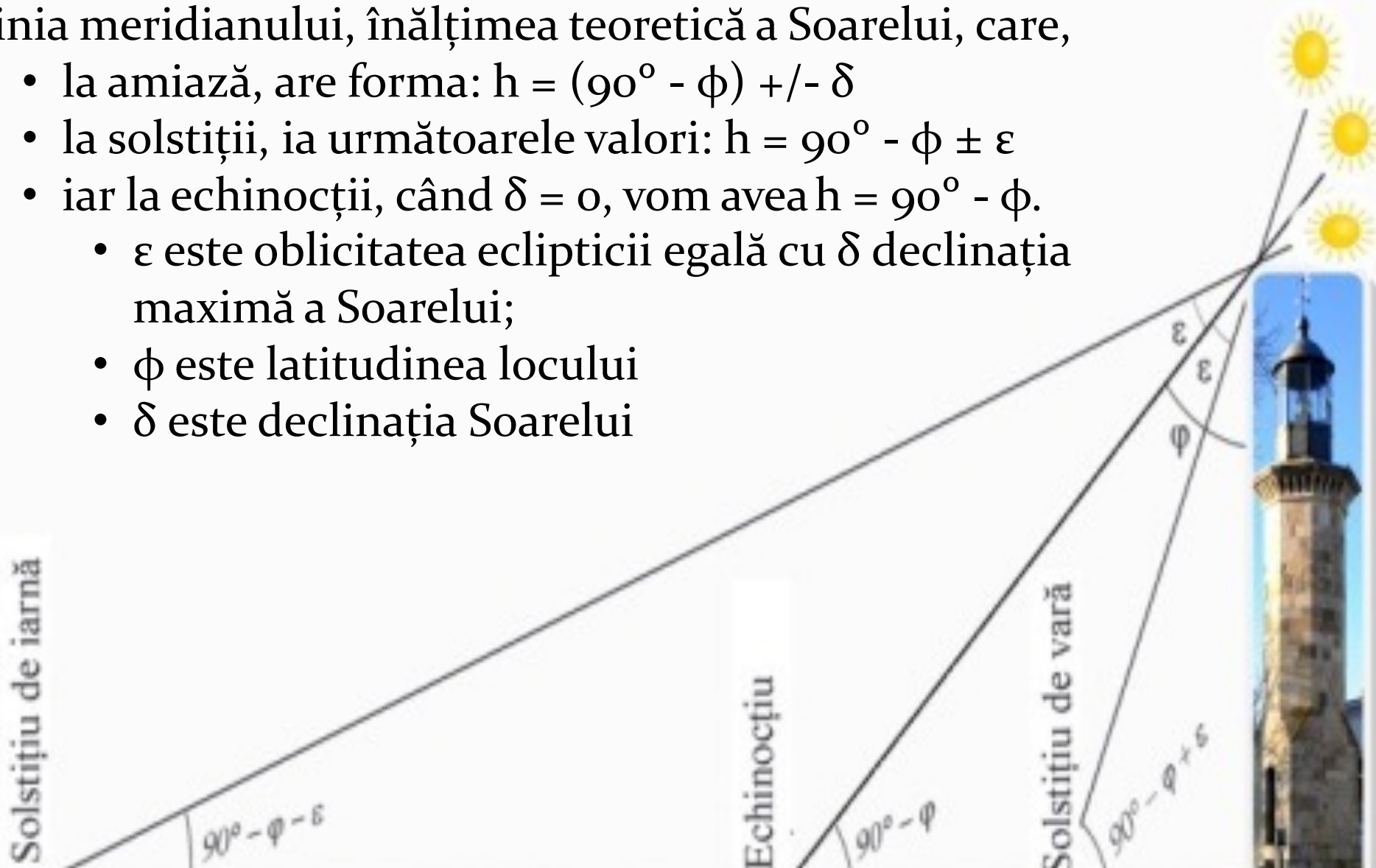
Cercul din mijloc poate fi răsucit și fixat pe orice azimut. Deci, atâta timp cât echipajul avea o hartă și busola Soarelui, puteau să găsească drumul către Modulul Lunar, chiar dacă nu-l puteau vedea peste orizont.

Busolă solară folosită de echipajul Apollo 15

Formule gnomonice

Formulele simple gnomonice se aplică proiecțiilor umbrei pe linia meridianului, înălțimea teoretică a Soarelui, care,

- la amiază, are forma: $h = (90^\circ - \phi) + / - \delta$
- la solstiții, ia următoarele valori: $h = 90^\circ - \phi \pm \varepsilon$
- iar la echinocții, când $\delta = 0$, vom avea $h = 90^\circ - \phi$.
 - ε este oblicitatea eclipticii egală cu δ declinația maximă a Soarelui;
 - ϕ este latitudinea locului
 - δ este declinația Soarelui



Călătorii prin deșert și marinarii își foloseau inițial degetele întinse la lungimea brațului pentru a măsura unghiul de înălțare al unei stele deasupra orizontului. Kamalul este format dintr-o scândură dreptunghiulară de lemn de aproximativ 21 x 12 cm, de centrul căreia se leagă o sfoară de cânepă nu mai lungă de 80 cm

Kamalul

secolul al V-lea



- Înainte de kamal, navigatorii arabi determinau latitudinea măsurând înălțimea Polaris (Stea de Nord) folosind mâna lor. Această metodă i-a ajutat să determine o locație aproximativă, dar nu a fost întotdeauna eficientă.



- Când este ținut la lungimea brațului, lățimea unui deget măsoară un unghi care rămâne destul de apropiat ca valoare de la o persoană la alta.
- Acest lucru a fost utilizat pe scară largă (și este și astăzi) pentru măsurători de unghiuri.
- Este egal cu arcsinusul raportului dintre lățimea degetului și lungimea brațului, fiind de aproximativ 1 grad, 36 de minute și 25 de secunde, aproximativ 1,6 grade.

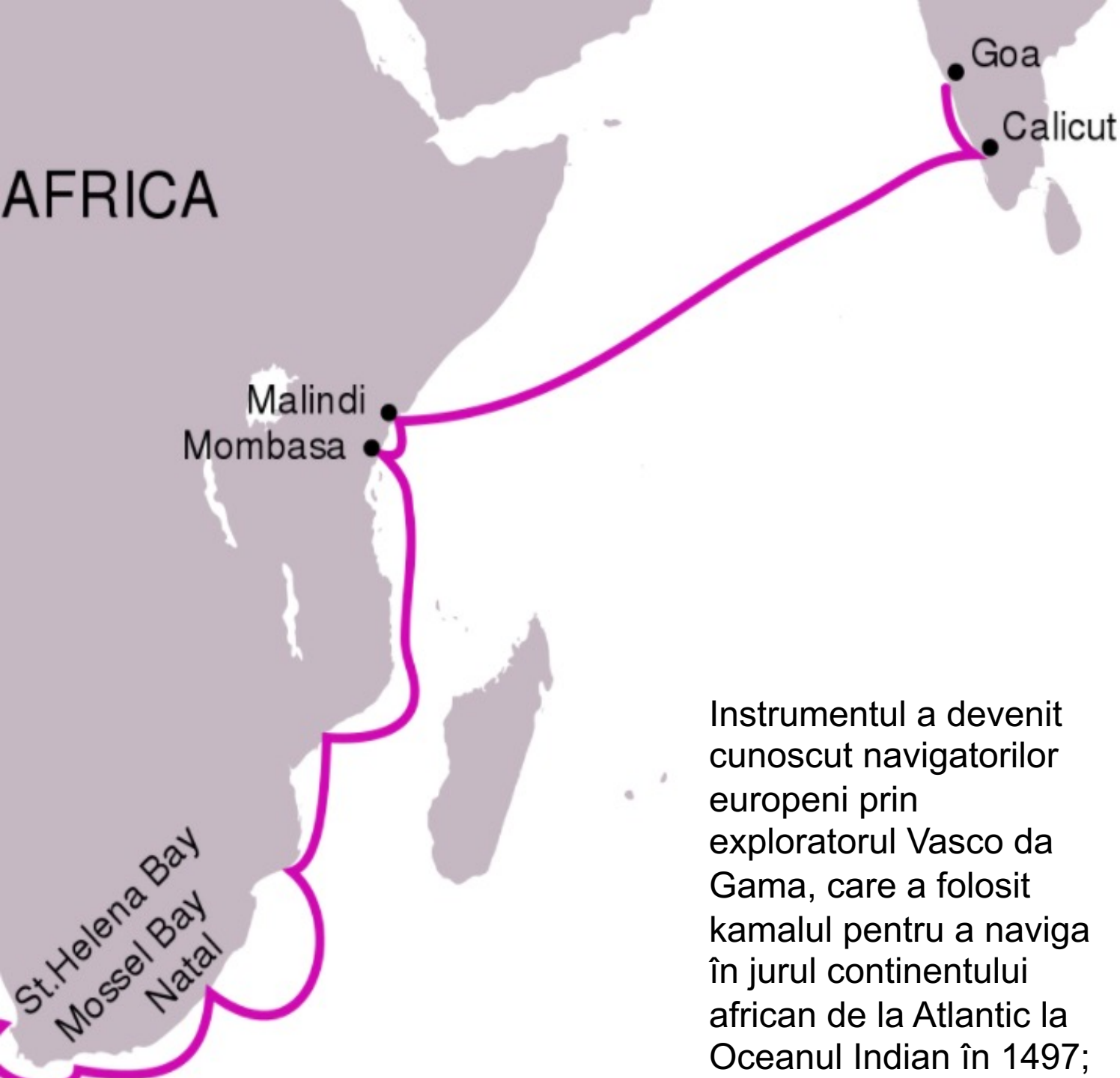
Calculul distanței cu triunghiuri asemenea

Glisând instrumentul până când latura de jos se întinde exact pe orizont și latura superioară pe o stea cunoscută, de exemplu Steaua Polară, latitudinea putea fi estimată.

Navigatorii cu experiență, au reușit să facă anumite noduri pentru a marca latitudinea porturilor de escală obișnuite.



AFRICA



Malindi
Mombasa

Goa

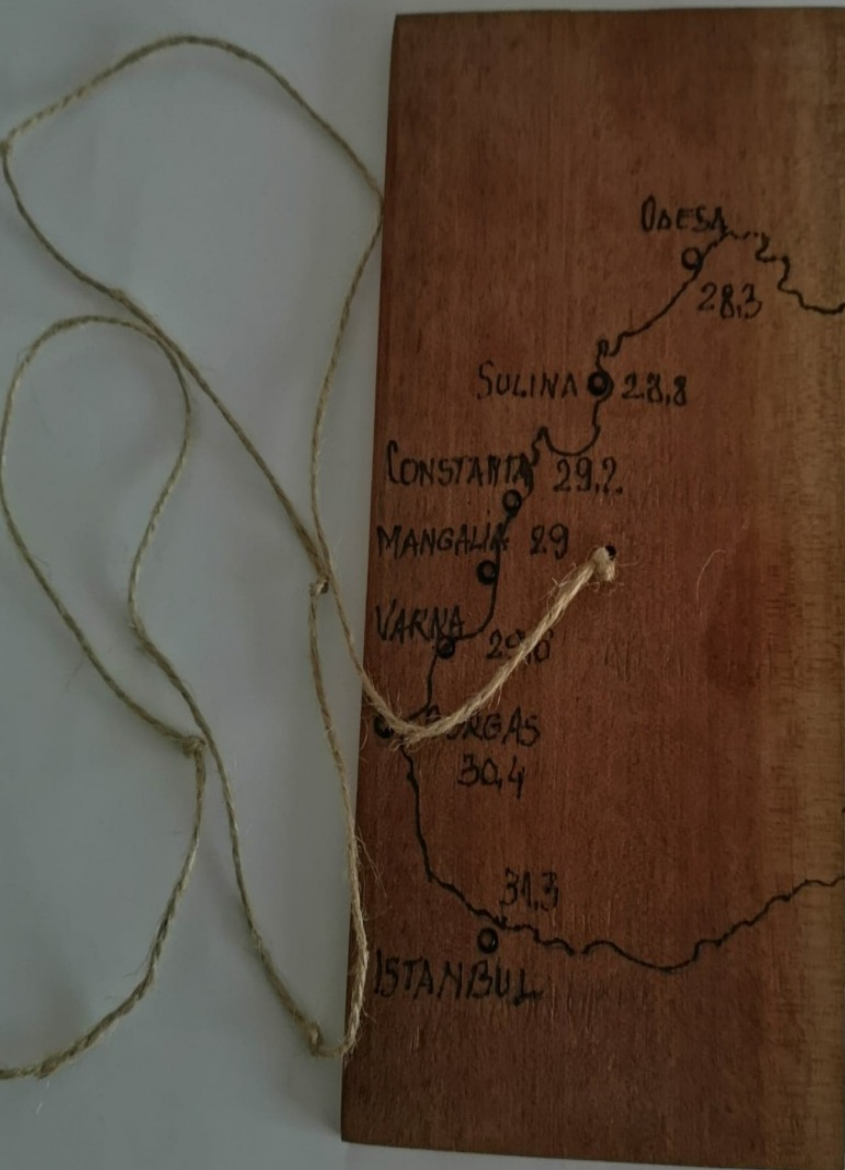
Calicut

St. Helena Bay
Mossel Bay
Natal

Instrumentul a devenit cunoscut navigatorilor europeni prin exploratorul Vasco da Gama, care a folosit kamalul pentru a naviga în jurul continentului african de la Atlantic la Oceanul Indian în 1497;

Aḥmad ibn Mājid, cunoscut și ca Leul Mării, navigatorul care l-a ajutat pe Vasco da Gama să-și găsească drumul, a folosit un kamal pentru a dirija nava San Gabriel spre Calicut; Era foarte util doar în regiunile ecuatoriale în care Steaua Polaris era foarte aproape de orizont.

Nu era folosit în Europa unde latitudinile sunt mai mari de 35° .



- Înainte de a pleca, navigatorul pregătea un kamal sau mai multe pentru a reuși să ajungă la destinație sau pentru a ajunge din nou în locația de plecare. În primul rând, stabilea lungimea sforii pentru portul de plecare, lega un nod, ținea nodul între dinți în timp ce ținea bucata de lemn pe verticală deasupra orizontului și tangentând steaua Polaris. Sfoara era reglată cu noduri pentru celelalte porturi sau puncte de schimbare a direcției de deplasare. Nodurile erau de obicei legate pentru a măsura unghiurile cu o lățime de deget pentru a determina înălțimea Stelei Polară.

- Navigau spre nord sau spre sud și măsurau altitudinea stelei polare pe parcurs.
- Când Steaua Polară și orizontul se aliniau de-a lungul kamalului, marinarul știa că a ajuns în dreptul unui port și atunci naviga spre est sau spre vest menținând acea latitudine constantă.

Astrolabul planisferic



- „*astro* înseamnă,, stea ”și,, *labe* ”se traduce aproximativ cu,, a lua ”sau,, a găsi ”.
- a fost folosit pentru a găsi direcția Mecca pentru rugăciunile musulmane de dimineață și de seară.
- Frumosul, complicatul și scumpul astrolab al astronomului a fost bunicul celui mai simplu și ușor de utilizat cadran și astrolab al marinarului.

Astrolabul marinarului - 1480



- Astrolab marinarului, de asemenea numit astrolabul nautic, a fost un înclinometru folosit pentru a determina latitudinea unei nave pe mare prin măsurarea altitudinii Soarelui la amiază sau altitudinea unei stele la culminația superioară sau la meridian.
- Nu este un astrolab propriu-zis, este mai degrabă un cerc gradat cu o alidadă folosit pentru a măsura unghiurile verticale.



- ❑ *Astrolabul nautic* a fost adaptat din astrolabul astronomic începând cu anul 1480, era fabricat din alamă sau din lemn greu a variat ca dimensiune de la câțiva centimetri la peste 30 centimetri în diametru.
- ❑ Cea mai veche descriere cunoscută a construcției și a folosirii unui astrolab este din anul 1551, din care rezultă că astrolabul marinarului a fost derivat direct din astrolabul planisferic, deoarece primele exemplare păstrează unele dintre marcasele (de exemplu, umbra recta și umbra versa) ale dispozitivului anterior fără a avea aceleași componente.
- ❑ Astrolabul marinarului a fost folosit până la sfârșitul secolului al XVIII-lea, când marinarii au început să utilizeze sextantul și apoi sistemele de poziționare globală (GPS) începând cu anii 1980.

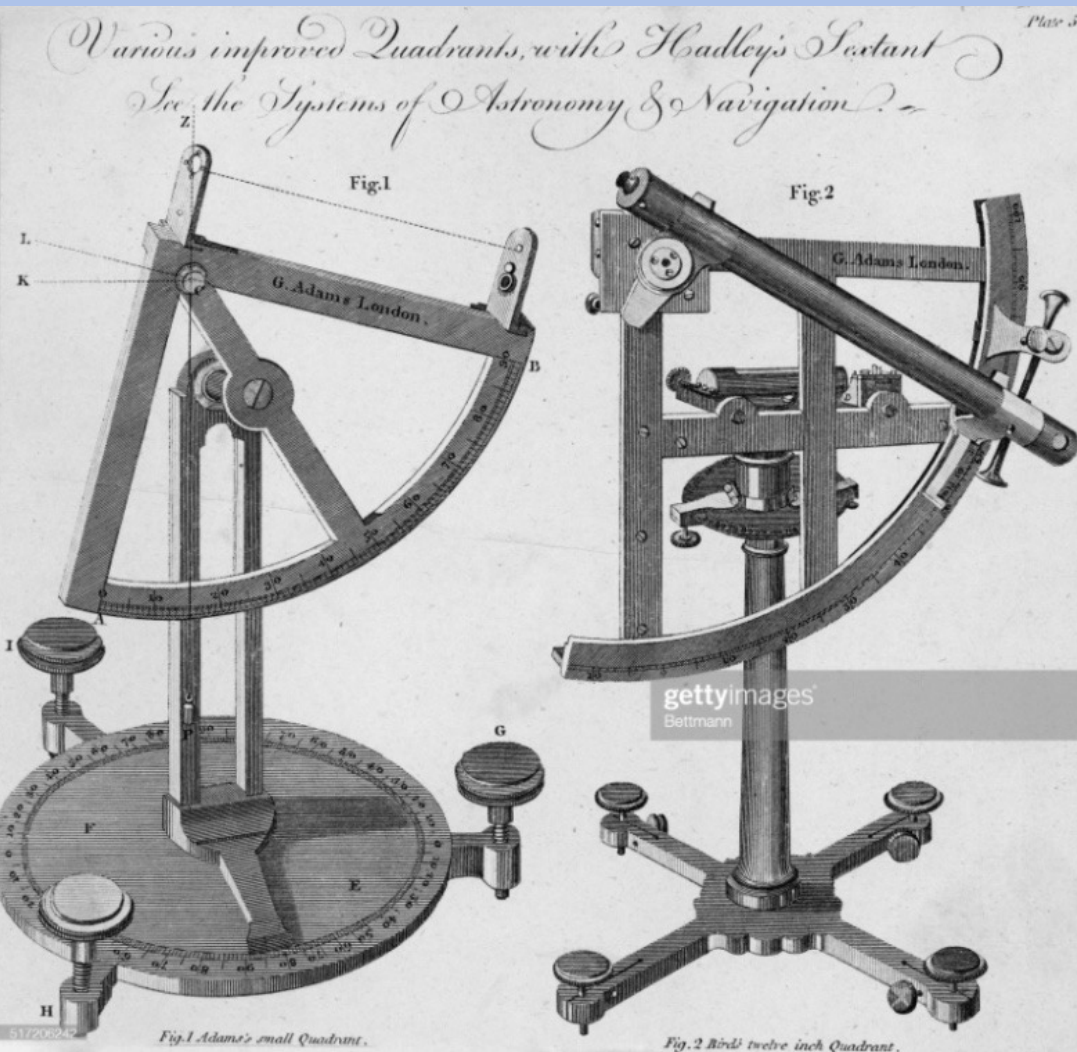


- Deși construcția lor solidă din alamă le dădea o mare longevitate în mediile marine, exemplare din astrolabii marinarului sunt foarte rare astăzi.
- Astrolabii nautici erau făcuți din alamă pentru a avea o greutate necesară pentru stabilitatea sa pe puntea de comandă a unei nave sau pe vânt puternic;
- alte materiale, cum ar fi lemnul sau fildeșul, nu erau apreciate, deși au fost realizate unii astrolabi și din lemn.
- Primii astrolabi nautici erau făcuți din foi de alamă, dar datorită greutății lor reduse nu erau apreciați pe mare.
- Cele din alamă turnată – mai grele – au început să fie realizate la mijlocul secolului al XVI-lea și erau considerabil mai bune.
- Deoarece acuratețea instrumentului este legată de raza cercului gradat, acestea au fost din ce în ce mai mari în diametru.
- Întrucât suprafața mare a plăcii astrolabului planisferic îl face sensibil la vânt, astrolabul marinarului este realizat cu deschideri care permit trecerea vântului, reducând efectul de velă.



- Funcția esențială a dispozitivului a fost măsurarea unghiurilor, instrumentul având un inel marcat în grade.
- Instrumentele timpurii erau marcate doar pe un sfert (90°), dar cele ulterioare au fost gradate pe tot cercul de 360° .
- Singurul scop al spițelor era de a susține punctul de pivot pentru alidadă.
- Pentru a-i coborî centrul de greutate și, astfel, pentru a-i crește perioada de oscilație ca mijloc de stabilizare, de obicei s-a adăugat alamă suplimentară la partea de jos a instrumentului în interiorul inelului.
- Alidada era liberă să se rotească în jurul unui ax prin centrul instrumentului.
- Pinulele alidadei aveau fie fante, fie găuri pentru a permite utilizatorului să alinieze alidada.
- Astrolabul avea un inel atașat la vârful instrumentului pentru a putea fi suspendat vertical.

Quadrantul – un sfert de astrolab.



- Termenul de quadrant, adică o pătrime, se referă la faptul că versiunile timpurii ale instrumentului au fost derivate din astrolabi fiind în esență

- Una dintre cele mai vechi relatări ale unui quadrant provine din opera lui Ptolemeu, *Almagest*, scrisă în jurul anului 150.

Versiunea lui Ptolemeu era un derivat al astrolabului și scopul acestui dispozitiv rudimentar era de a măsura unghiul meridian al Soarelui.

Quadrantul nautic

Întorcându-ne cu sute de ani în urmă, vedem marinarii rătăciți pe mare folosind un dispozitiv din alamă pentru a-și determina poziția.

În secolul al XV- lea nevoile de navigație oceanică îi determină pe portughezi să folosească quadrantul pentru a determina latitudinea din înălțimea stelei polare.

Pe măsură ce quadrantul a devenit mai mic și astfel mai portabil, valoarea sa pentru navigație a crescut.

Navigatorul își putea determina latitudinea folosind quadrantul pentru a măsura altitudinea Soarelui la prânz și apoi corectând-o în funcție de data din calendar cu valoarea declinației.

La fel ca metoda nodurilor pe un fir al kamalului arab, quadrantul a furnizat o măsură cantitativă, în grade, a altitudinii Polaris sau a Soarelui și a raportat acest număr la o poziție geografică, latitudinea, de pe suprafața pământului



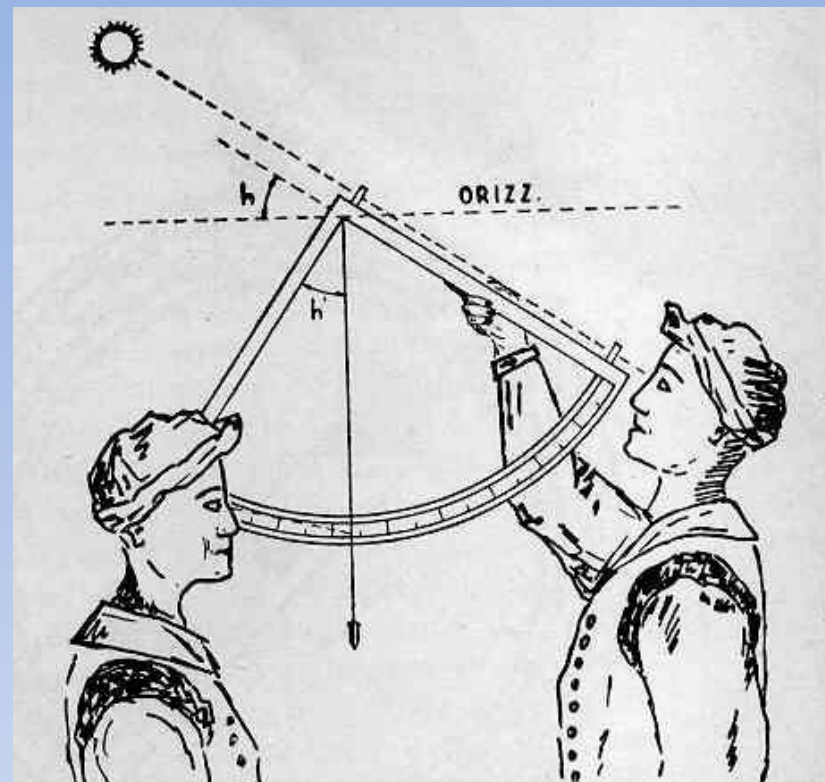


La 2 noiembrie 1492, Columb a scris în jurnalul său că a folosit un quadrant pentru a observa Steaua Polară în călătoriile sale către Lumea Nouă. Acest quadrant era marcat pentru latitudinile Lisabona, Capul Verde și Sierra Leone pe unde după cum se știe a navigat Columb.

Măsurarea înălțimii la Polaris permite determinarea latitudinii atâta timp cât se face o corecție datorată faptului că în jurul anului 1500 Polaris se afla la mai mult de 3° distanță de polul nord, (de peste 6 ori diametrul aparent la Lunii sau al Soarelui). Discul OM-POL.

Pentru a măsura altitudinea unei stele, observatorul privește steaua prin alidadă și ține quadrantul astfel încât planul instrumentului să fie vertical. Firul cu plumb lăsat să stea vertical indică valoarea pe arcul cu gradații.

Uneori o a doua persoană citea valoarea unghiului în timp ce prima se concentra pe observarea și menținerea instrumentului în poziția corectă.



Cu acest instrument putem măsura înălțimi la Soare sau la steaua polară. Cu acest unghi (h) putem calcula latitudinea locului.

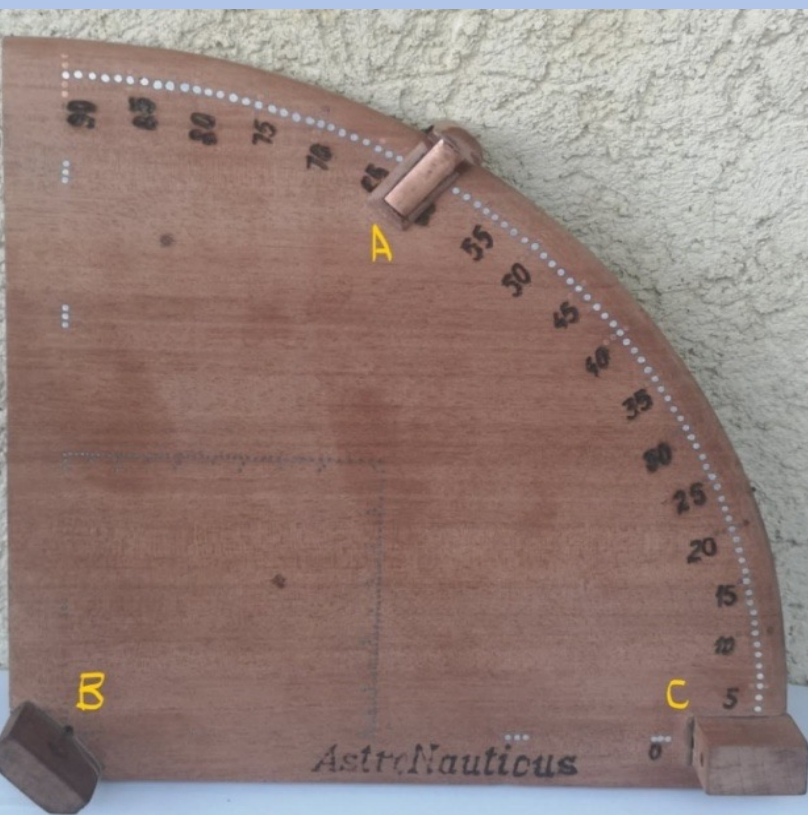
Cadranul pentru observații la Soare

Instrumentul are trei pinule:

Pinula de umbră A care este reglabilă și filtrează lumina Soarelui;

Pinula orizont B este fixă

Pinula de vizare C prin care se observă coincidența dintre linia de vizare a orizontului și raza de lumină de la Soare care trece prin pinula A



Precizia măsurătorilor este de ordinul unei zecimi de grad.



- Pentru a utiliza instrumentul, navigatorul plasa pinula de umbră într-o poziție care anticipează altitudinea Soarelui.
- Observatorul cu instrumentul în fața lui și cu Soarele în partea din spate, manevrează pinula de umbră până când lumina cade pe pinula orizont, concomitent cu ținerea liniei de vizare pe direcția orizontului. .
- Acest lucru îi permite să măsoare unghiul dintre orizont și Soare

*Reguli pentru calcularea
latitudinii folosind observațiile
la culminația superioară a
Soarelui:*

- când φ are același semn cu δ și $\varphi > \delta$: **$\varphi = (90^\circ - h) + \delta$**

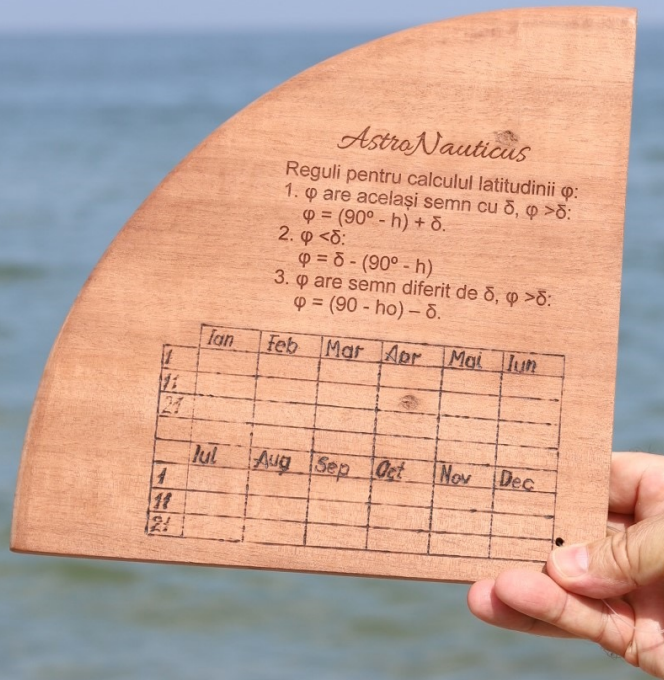
- când $\varphi < \delta$: **$\varphi = \delta - (90^\circ - h)$**

- când φ are semn diferit de δ și $\varphi > \delta$: **$\varphi = (90 - H_o) - \delta$**

- Φ = latitudinea locului

- δ = declinația Soarelui

- h = altitudinea Soarelui.



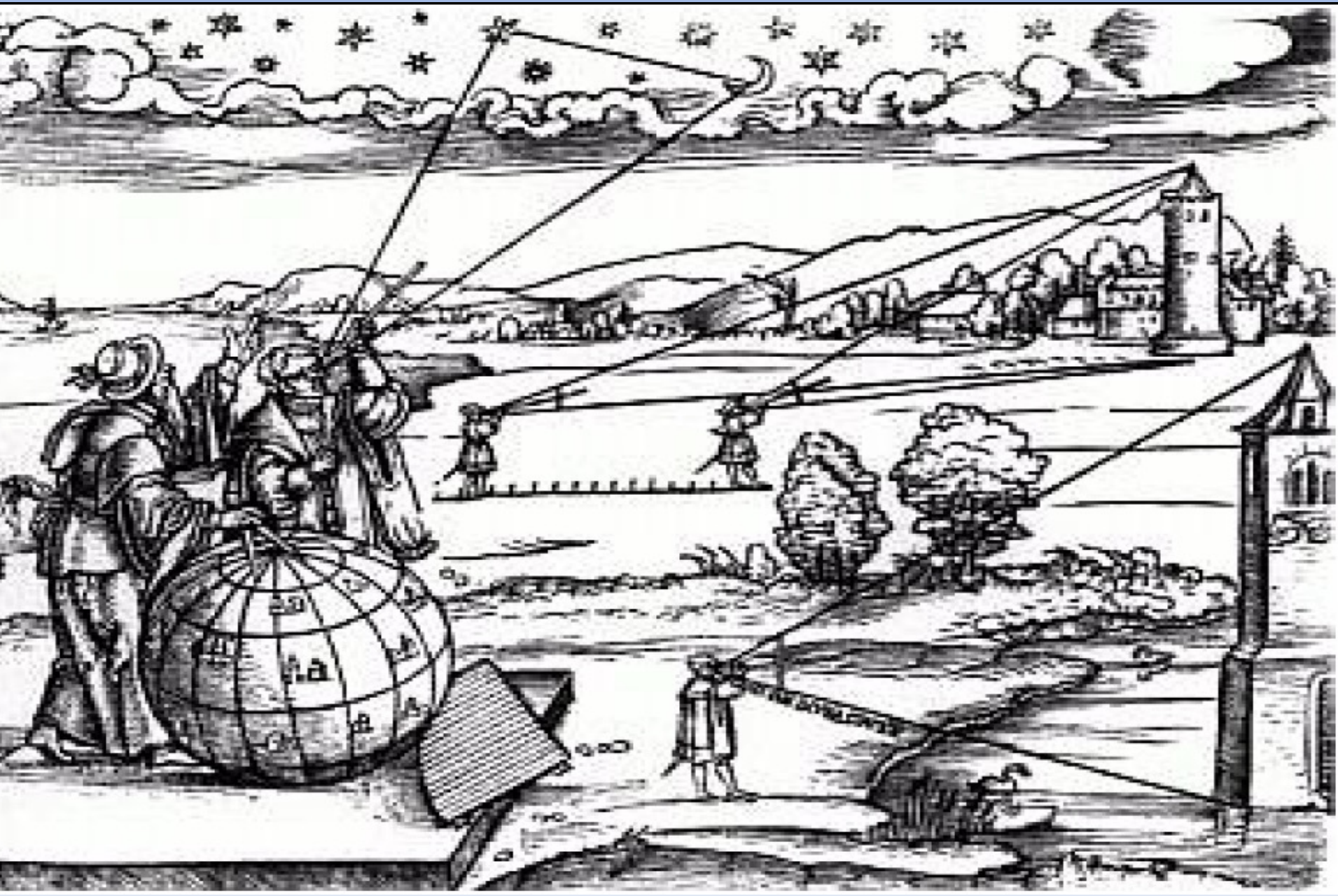


Cross staff

a fost inventat în jurul anului 400 î.e.n. de caldeeni, un popor din Mesopotamia (Irakul actual), deși utilizarea sa pentru navigație nu pare să fi avut loc până în secolul al XIV-lea.



Astronomii, cartografi, navigatorii au măsurat:





Rigla/bastonul avea o lungime maximă de 80 cm, limitare dată de lungimea brațului și era gradată pe cele patru laturi pentru valori optime de la 5° - 16° , 10° - 30° , 20° - 60° și 40° - 90° .

În practică, navigatorul folosea o singură traversă la un moment dat, funcție de valoarea medie a unghiului pe care îl măsura.

În forma inițială rigla sau bastonul principal a fost marcat cu gradații pentru lungime după care au fost marcate direct valorile unghiulare în grade.

„Shooting the stars," sau „împuşcarea Soarelui”



- În China, cross-stafful a fost utilizat în topografie încă din 1086 iar descrierile cele mai timpurii despre utilizare în astronomie datează din Persia secolului al XI-lea.
- Pe măsură ce comerțul dintre Europa și Asia s-a dezvoltat și ideile noi au fost aduse în Europa unde cross stafful era cunoscut încă din secolul al XI-lea dar abia în secolul al XVI-lea instrumentul a fost utilizat pe scară largă. Istoricii au descoperit că în jurul anului 1515 portughezi au utilizat pentru prima dată un cross staff în navigație.
- De aici s-a răspândit spre nordul Europei până la mijlocul secolului al XVI-lea, unde a fost dezvoltat în continuare, în special de englezi și de olandezi.



De ce
purtau
piraiii un
plasture?
Era doar o
parte din
aspectul
lor „dur”?
Pentru a
acoperi un
ochi lipsă,
scos în
timpul
unei lupte?

*Portret de comandant de
navă cu crosstaff,
autor anonim, 1750*



Backstafful



John Davis (1550-1605) a recunoscut dezavantajele astrolabului, quadrantului și crostaffului și a inventat o versiune a backstaffului în 1594.



- Construit din lemn, are două arcuri de cerc gradate care au același centru în pinula orizont B dar raze diferite: cel superior este un sector de 60° și cel inferior de 30° (90° în total).
- Două pinule reglabile A și C, dintre care una filtrează Soarele iar prin cealaltă se observă coincidența razei de Soare care trece prin A și se proiectează pe B.
- Precizia măsurătorilor este de ordinul unei zecimi de grad.
- Pentru a utiliza instrumentul, navigatorul plasa pinula umbrelor într-o locație care anticipează altitudinea Soarelui.
- Apoi deplasa paleta de vedere, astfel încât să observe orizontul într-o linie de la paleta de vedere prin fanta paletei de orizont, menținând simultan poziția umbrei.



- Cea mai mare problemă cu instrumente tip back-staff a fost că era imposibil de măsurat înălțimea la lună, planete sau stele.
- Astfel, spre sfârșitul anilor 1600 și până în anii 1700, producătorii de instrumente mai inventivi își îndreptau atenția către sistemele optice bazate pe oglinzi și prisme care puteau fi folosite pentru a observa corpurile cerești pe timpul nopții.

Instrumente derivate din cadranul Davis 1623 - Quadrantul arcului încrucișat



Quadranul arcului încrucișat/arcul marinarului



- Dimensiuni 60x80x2 cm, confecționat din lemn de mahon care are gradate două arce de cerc:
- Unul de 30 de grade unde sunt trecute valorile declinației Soarelui pentru fiecare zi a unui an calendaristic;
- Un arc de 80 de grade pentru a măsura înălțimea Soarelui.

Instrumente derivate din cadranul Davis
Quadrantul semicruce



A fost foarte popular în afara Angliei.

Traversa verticală era ca o jumătate de traversă pe o riglă care susținea două palete de umbră, de unde și denumirea de demi-cruce.

Cele două pinule de umbră erau setate fiecare pentru o gamă de unghiuri diferite care puteau fi măsurate.

Traversa alunecă de-a lungul riglei și unghiul este citit de pe una dintre cele două scări gradate.



Au rămas în uz
chiar și după
1731 când
octantul (o
formă timpurie
a sextantului
modern) a fost
descoperit
independent
de John Hadley
și Thomas
Godfrey.

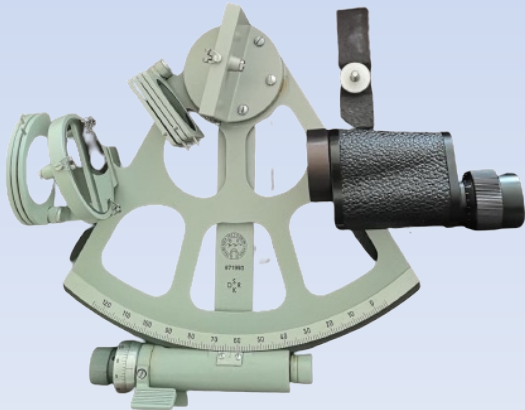
Instrumente moderne



- Octantul naval
- Sextantul naval



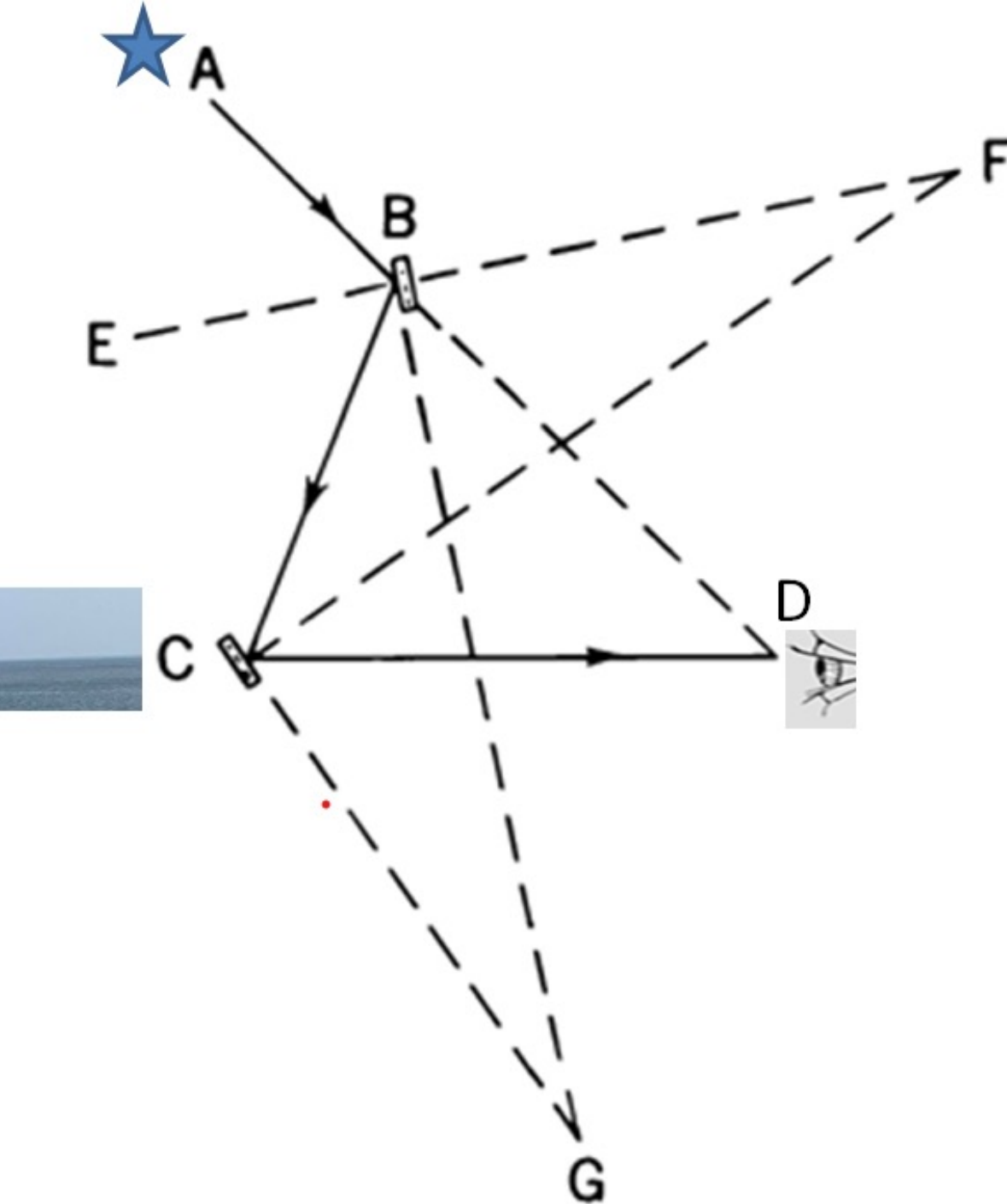
- Sextantul giroscopic
- Sextantul cu bulă de nivel
- Sextantul spațial



Destinația instrumentelor reflectante este de a măsura:

- unghiul dintre două puncte aducând imaginea directă dintr-un punct și o imagine dublu reflectată din celălalt în coincidență;
- altitudinile corpurilor cerești deasupra orizontului vizibil al mării;
- unghiul orizontal dintre doi aștri sau două obiecte terestre,
- unghiurile verticale la un obiect de înălțime cunoscută.





Principiu 1 dublei reflexii



Octantul 1731

Cu un strop de
matematică și
mult simț de
orientare, vă
puteți da seama
unde vă aflați în
univers.

Inventat simultan
de John Hadley și
Thomas Godfrey



Instrumentul propus de Hadley și Godfrey semăna cu forma cadranului, dar conținea un arc de doar patruzeci și cinci de grade, o optime de cerc.



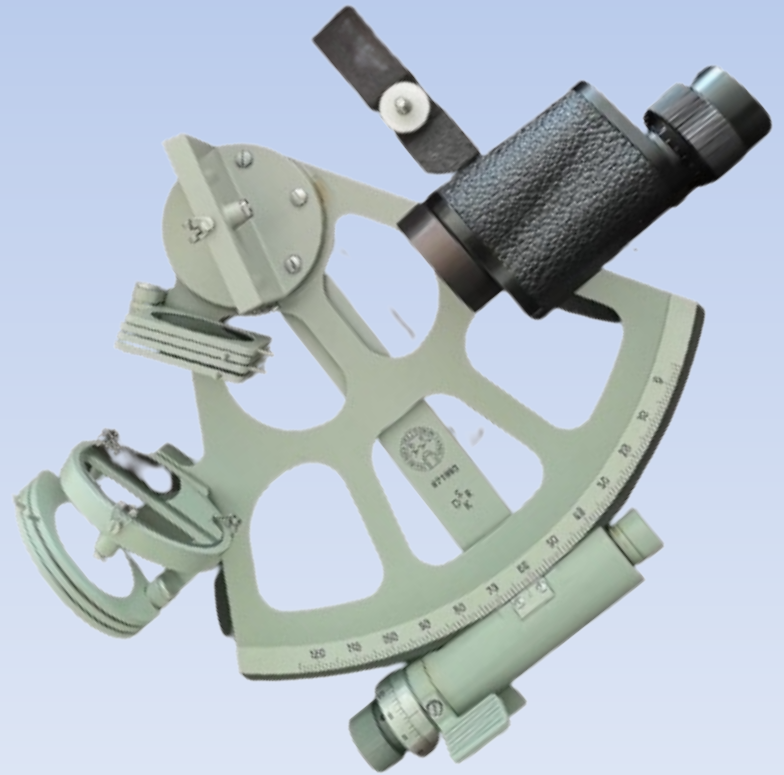
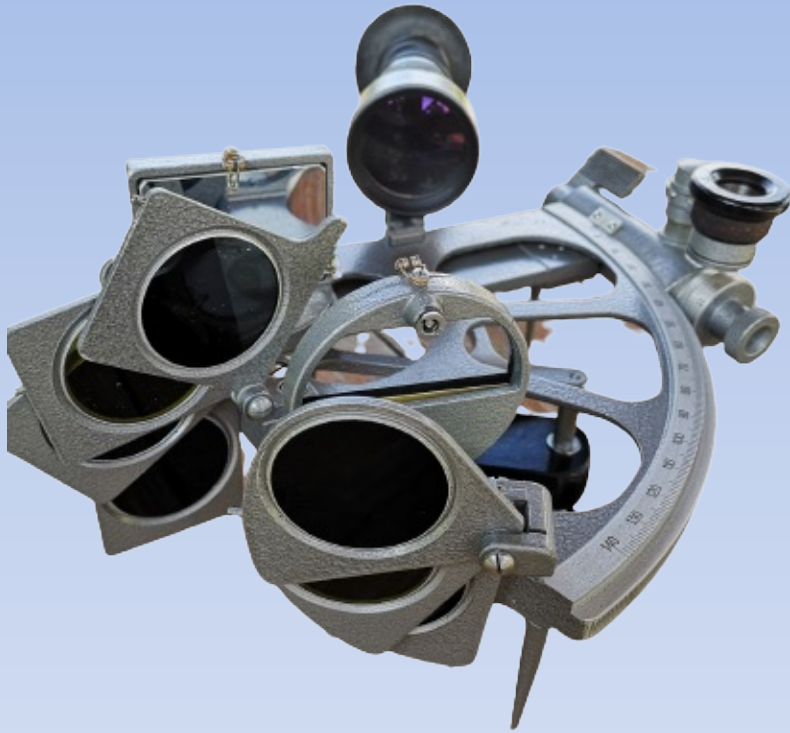
În plus, avea două oglinzi care reflectau lumina soarelui sau a unei stele și permiteau observatorului să măsoare altitudini (unghiul dintre soare, lună sau o stea sau planetă deasupra orizontului) până la nouăzeci de grade.

Această capacitate de a măsura unghiuri mari a făcut ca instrumentul să fie deosebit de util pentru navigația cerească pe mare

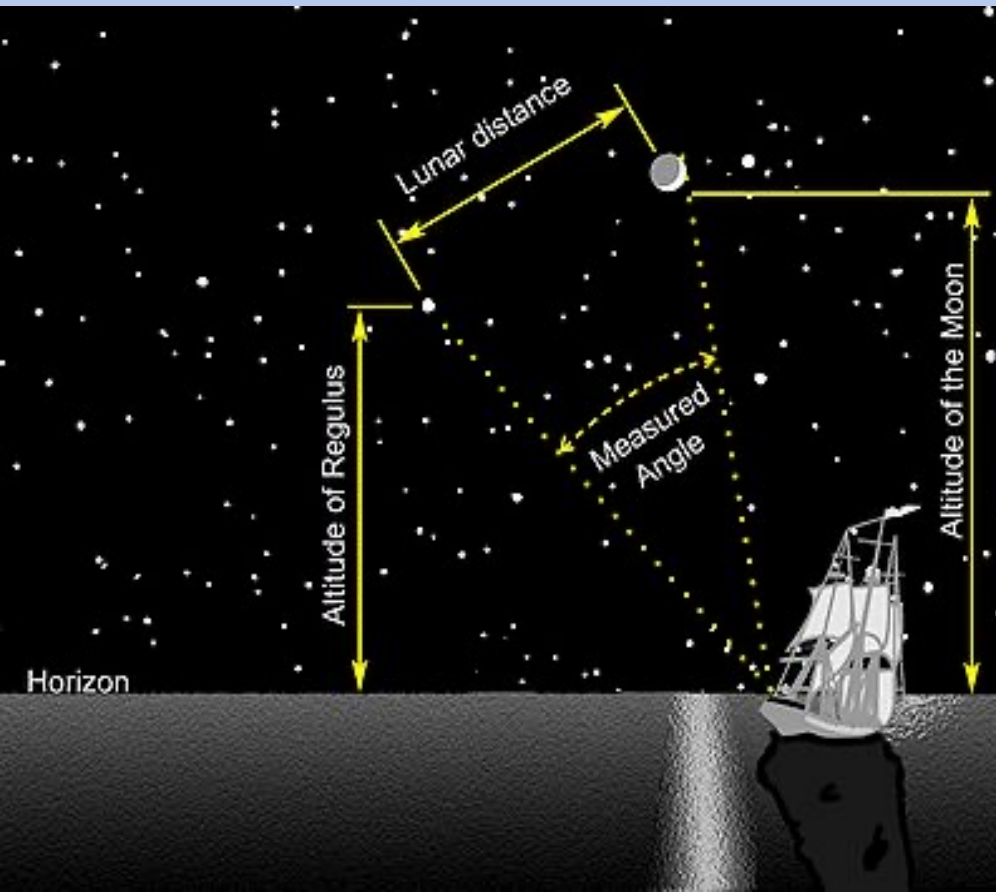
Spre deosebire de back staff, dimensiunea compactă a octanților și utilizarea oglinzilor au redus erorile cauzate de manipulare și, prin urmare, au crescut acuratețea observației.

Octantul a supraviețuit până la sfârșitul secolului al XIX-lea, dar în cele din urmă a fost înlocuit cu sextant care putea măsura unghiuri mai mari

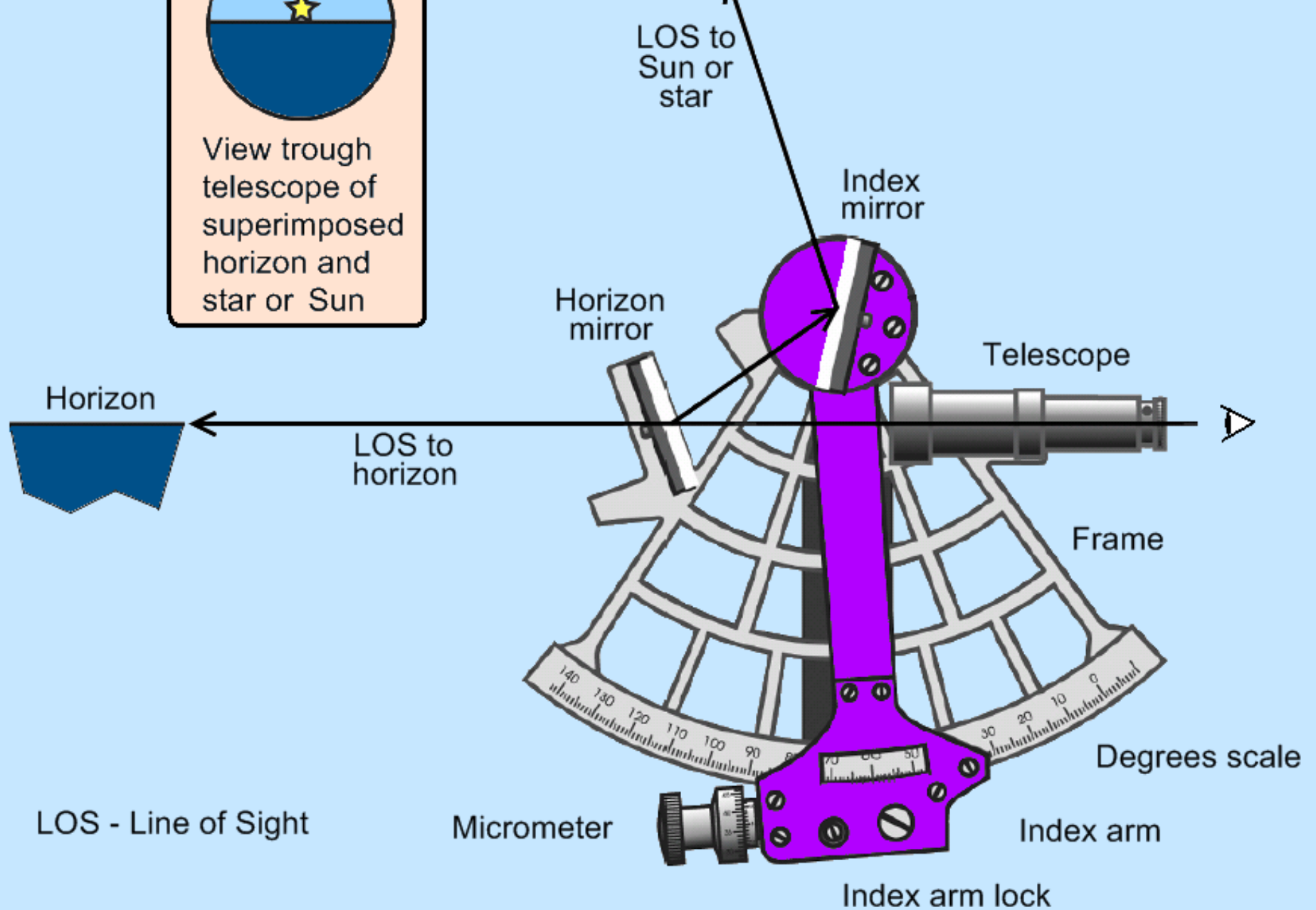
Sextantul - 1757



Apariția sextantului a fost soluția la problema găsirii longitudinii pe mare.



- originea sextantului este simplă și nu este contestată. Amiralul John Campbell, după ce a folosit Octantul pentru încercările pe mare a metodei distanțelor lunare, a constatat că unghiul maxim de 90° era insuficient pentru a măsura unele dintre distanțele unghiulare necesare metodei.
- El a sugerat ca unghiul să fie mărit la 120° și așa a apărut sextantul.
- John Bird a realizat primul astfel de sextant, în 1757

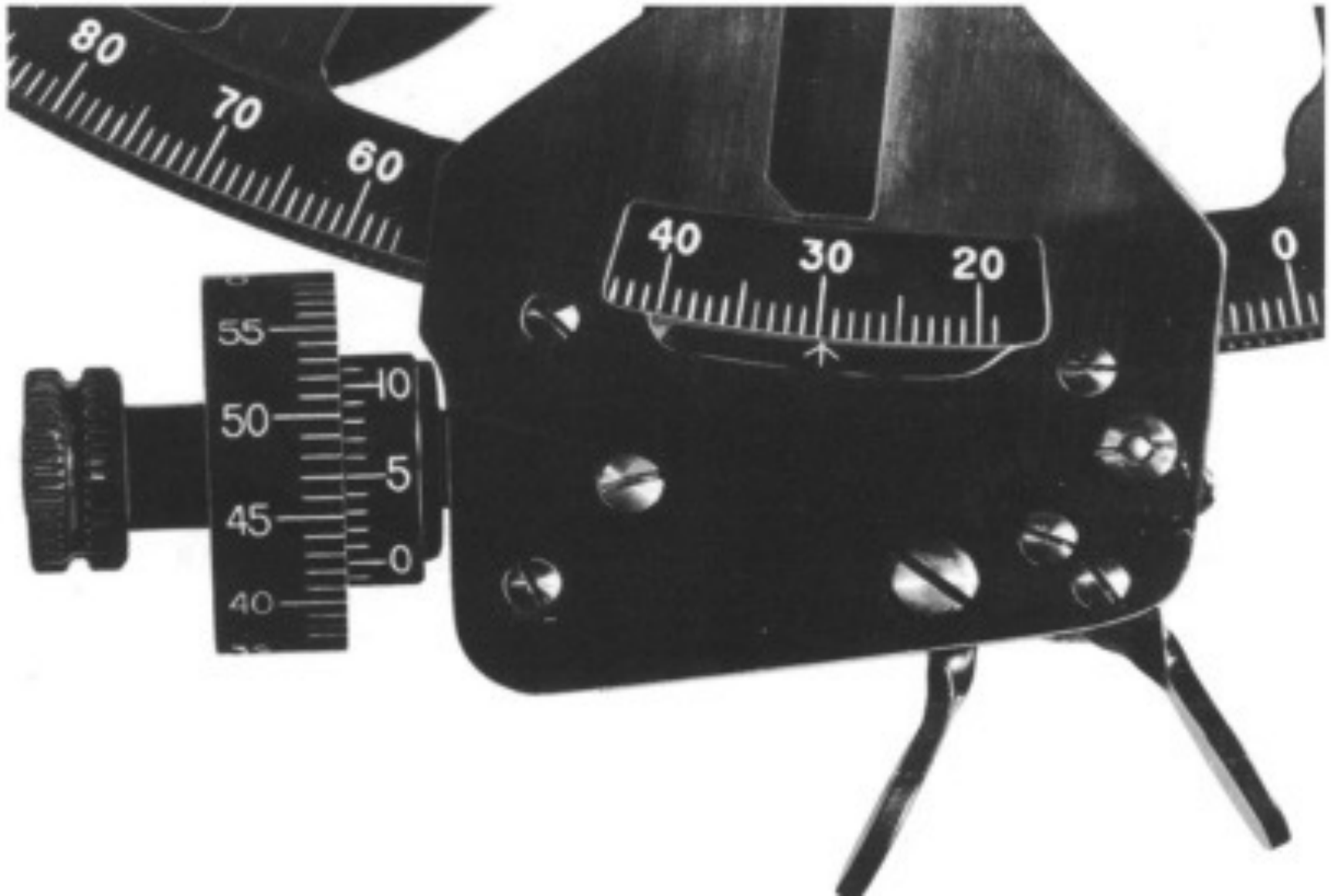


Schematic of sextant

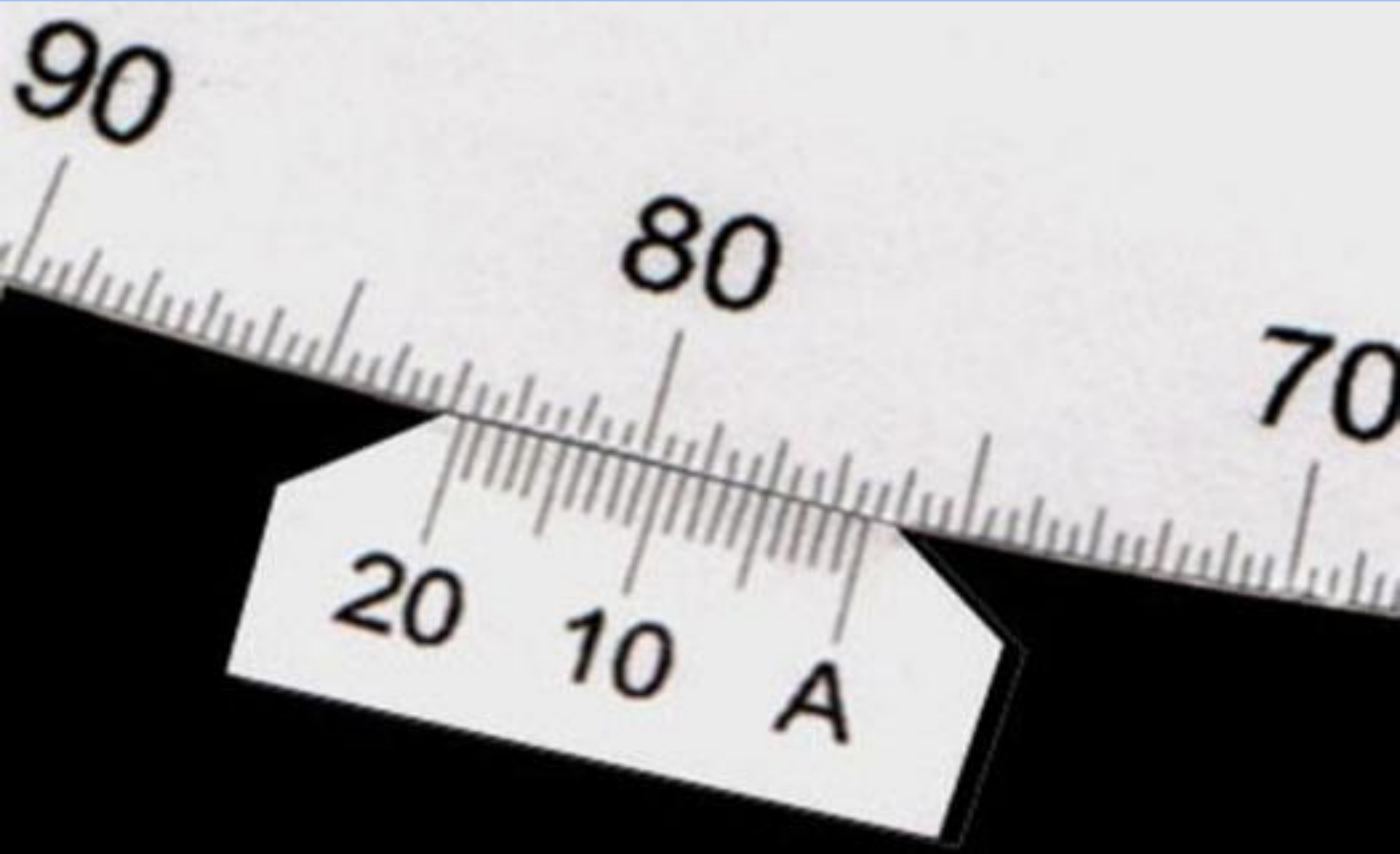
Luneta are o lungime mai mică și oferă un câmp vizual mai mare.
A doua lunetă, dacă este prevăzută, poate avea distanța focală mai
mare apertură = 40 mm. Mărire x 4



Tambur micrometru



Vernierul



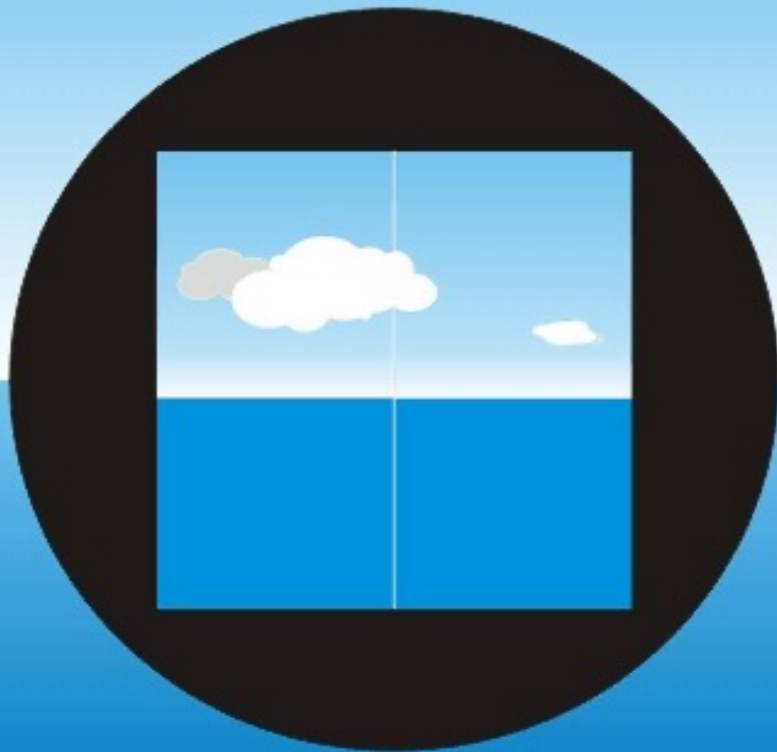


Cu aspectul unui
raportor și
utilitatea unui
supercomputer,
un sextant
măsoară unghiul
dintre orizont și o
stea.

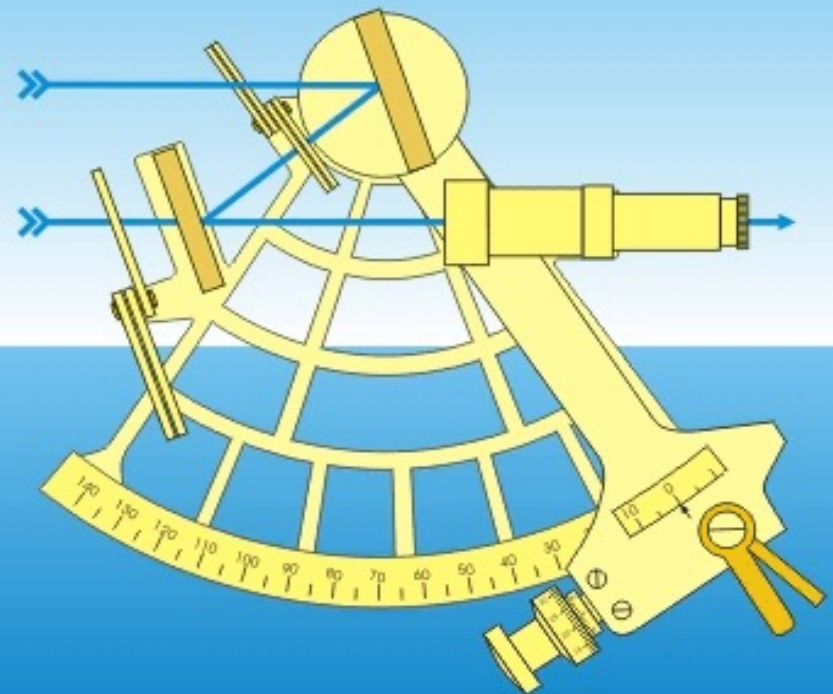
Pentru a utiliza un sextant, acesta este ținut vertical. Brațul index este setat la zero și reflectarea corpului ceresc măsurat este privită în oglinda orizontului.

Brațul index este rotit până când imaginea reflectată a corpului ceresc este aliniată cu orizontul și unghiul corpului ceresc deasupra orizontului este citit din scală.

1



point the sextant to the horizon



Orizontul este vizibil la stânga, prin sticlă și, de asemenea, la dreapta, reflectat de cele două oglinzi.

Alidada este la poziția zero.

Apăsați clema pentru a elibera brațul index.

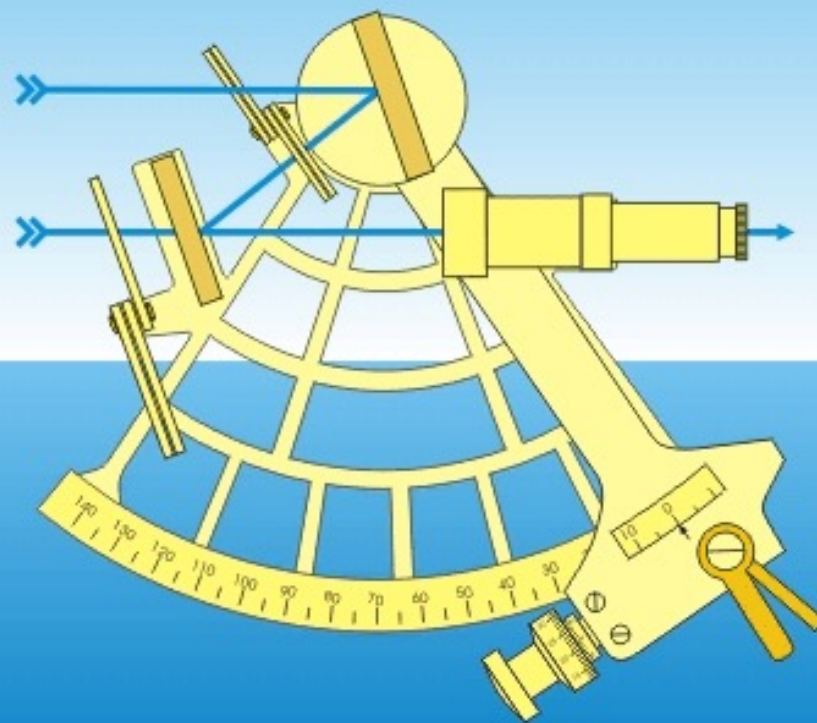
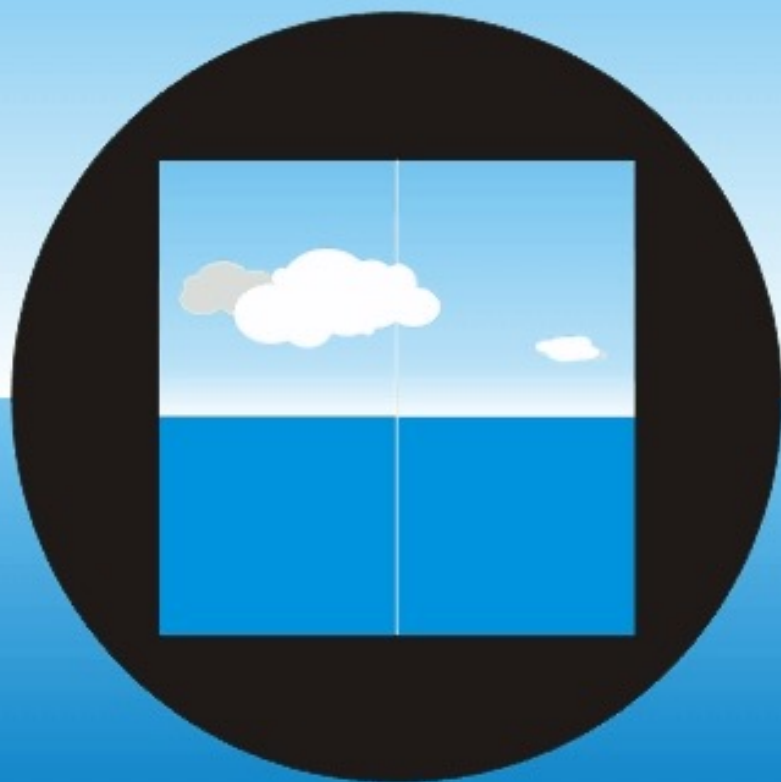
Rotiți brațul index pentru a aduce imaginea reflectată a Soarelui la orizont.

Bordul inferior al Soarelui atinge acum orizontul. Eliberați clema. Rotiți sextantul și reglați poziția soarelui cu micrometrul pentru a-l face exact tangent la orizont.

Terminat. Altitudinea este de $40^{\circ} 17,3'$.

1

point the sextant to the horizon





Observații la Lună





Sextantul
cu orizont
artificial
folosit de
exploratorii
terestre



Sextant
giroscopico

Navigatori
de pe
submarin.

Lentilă

Rotor

35 de palete

Lagăr

Evacuare
aer

Sistem blocare

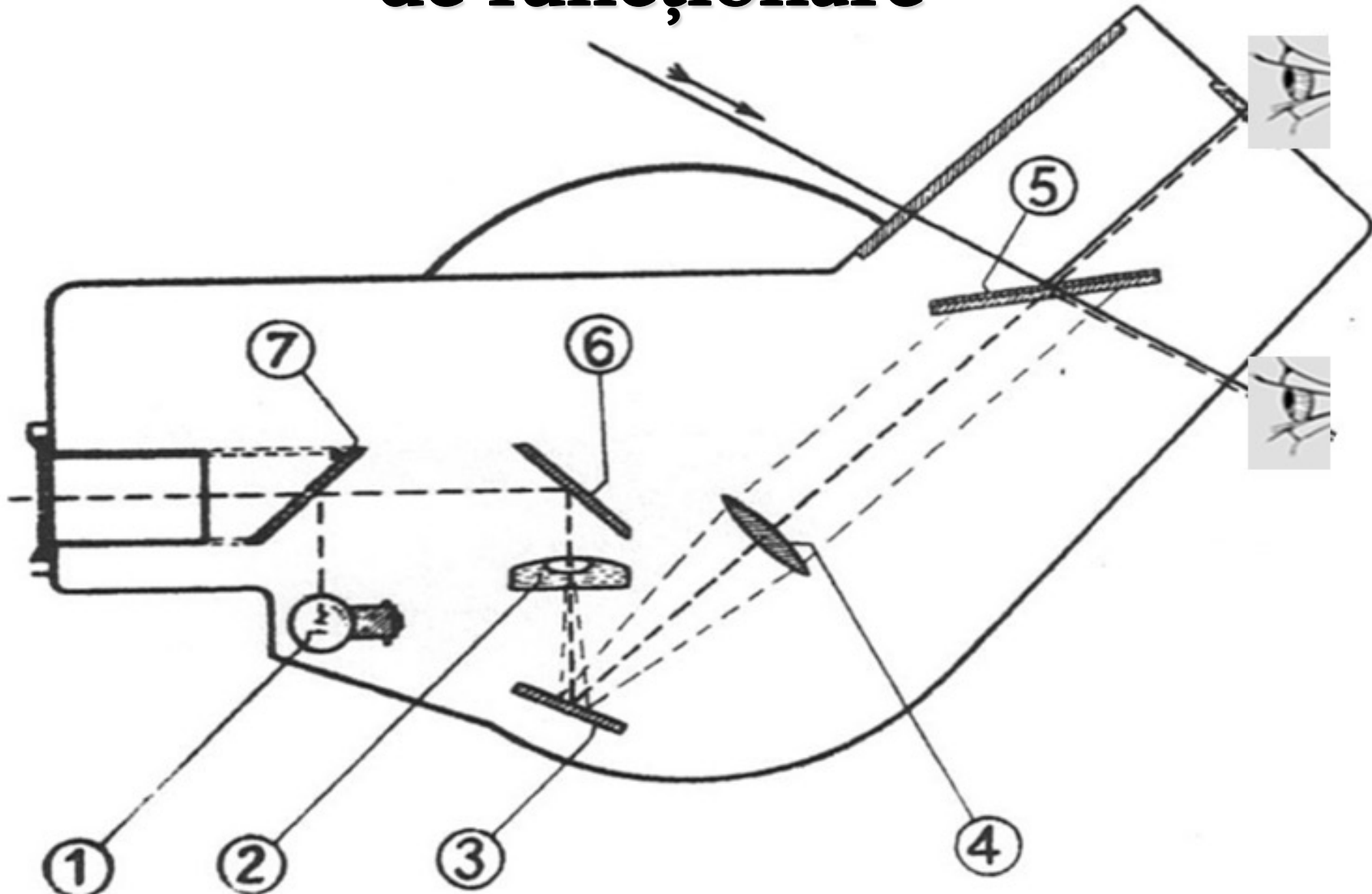
Principiul de funcționare al unui sextant giroscop



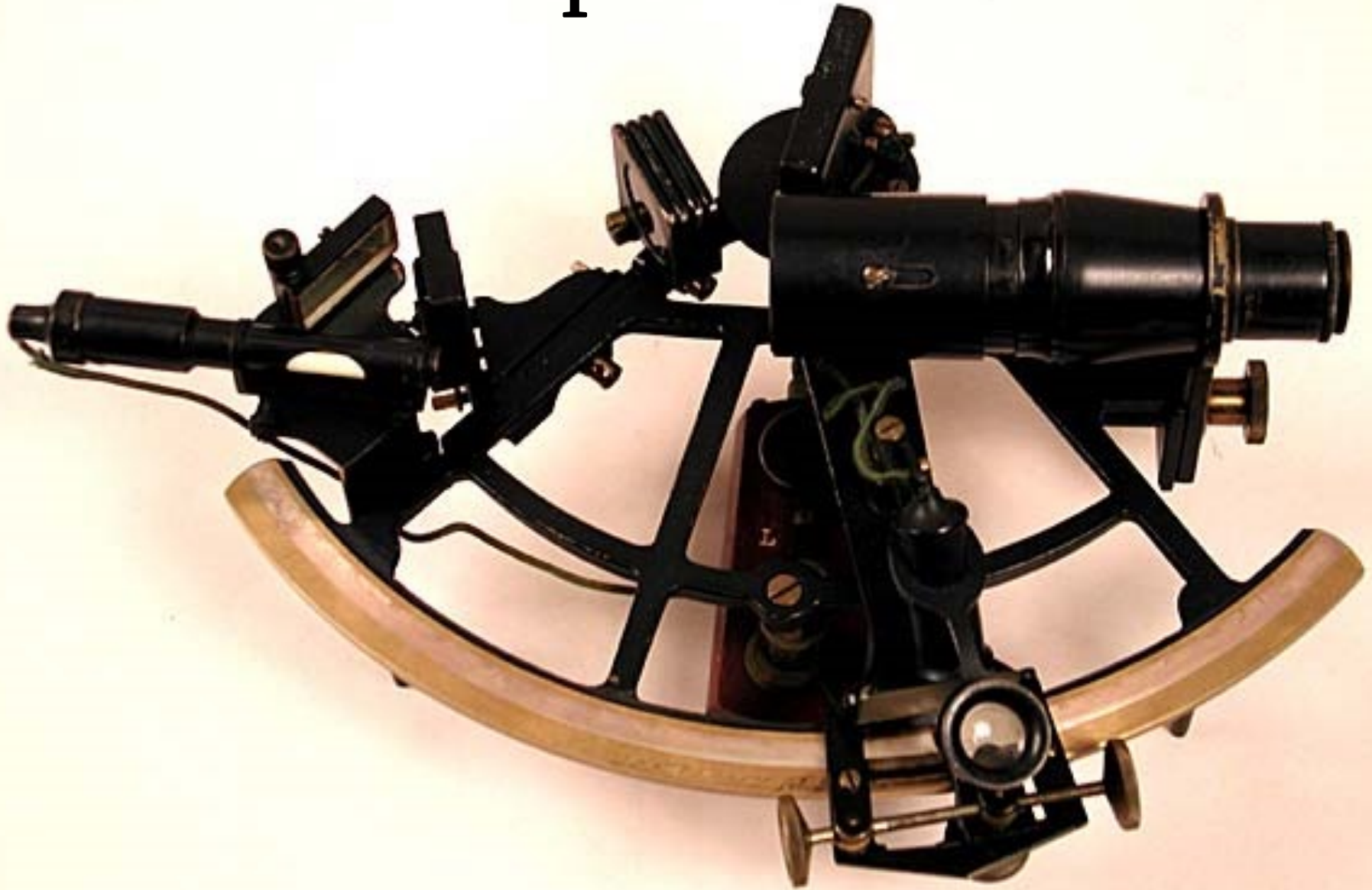
Sextantul cu orizont artificial și bulă de nivel



Sextantul cu bulă de nivel, principiul de funcționare



Sextant folosit pe un hidroavion 1919





Sextant
Periscopic
Kollsman

Sextantul periscopic cu bula de nivel

*Sextantul căpitanului Christopher Pike la bordul
navei Enterprise din noua serie „Star Trek: Strange
New Worlds”*

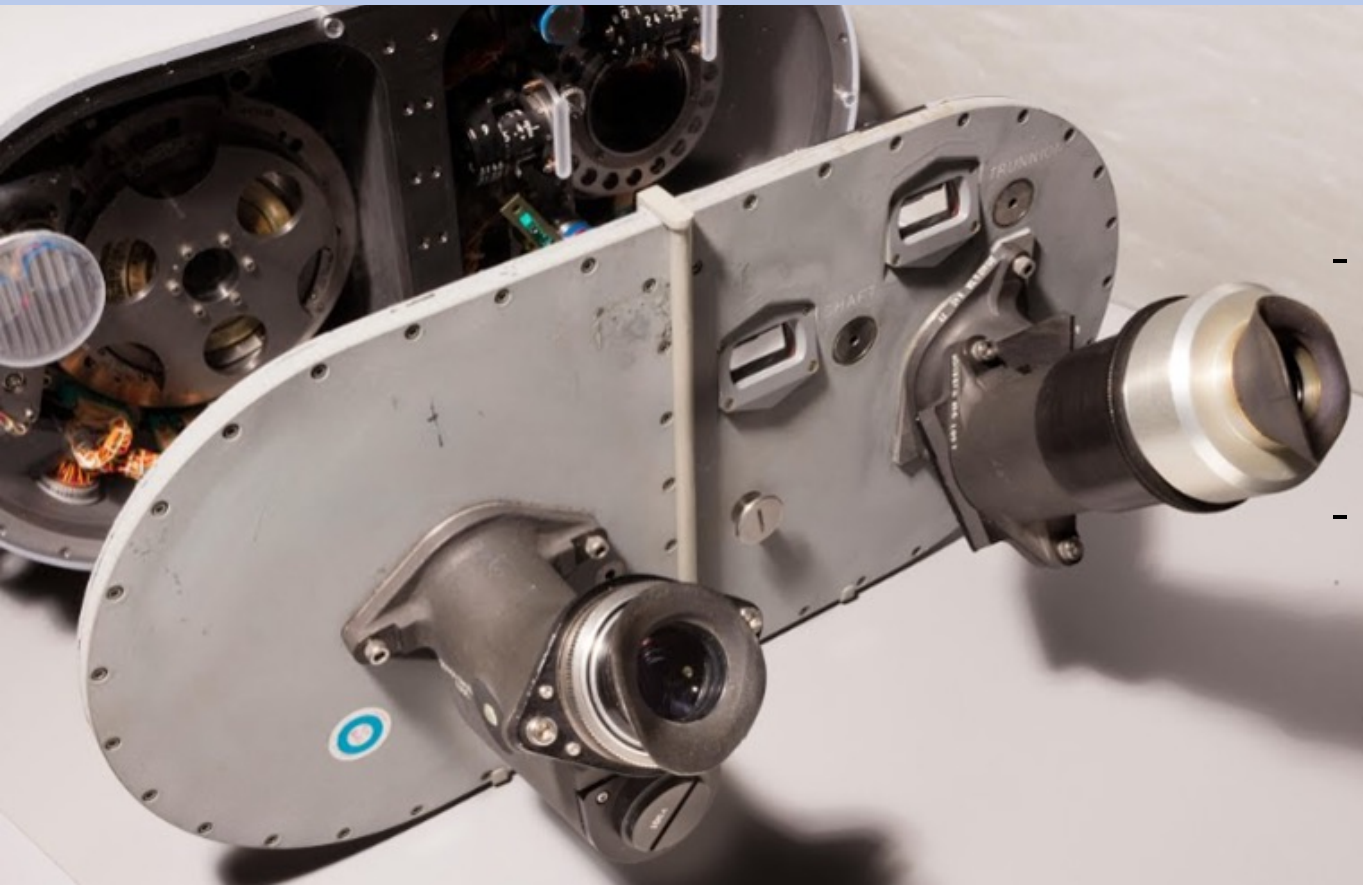


În locul derivei de vânt sau de curent, gravitația variabilă produce schimbări asupra drumului navei spațiale (efectele variabile ale câmpului gravitațional marcate de schimbarea proximității față de Pământ sau Lună și din cauza naturii anormale a gravitației Lunii).
În locul unui sextant nautic, astronauții au folosit un sextant spațial

Foto: chipajul inițial al misiunii Apollo 13

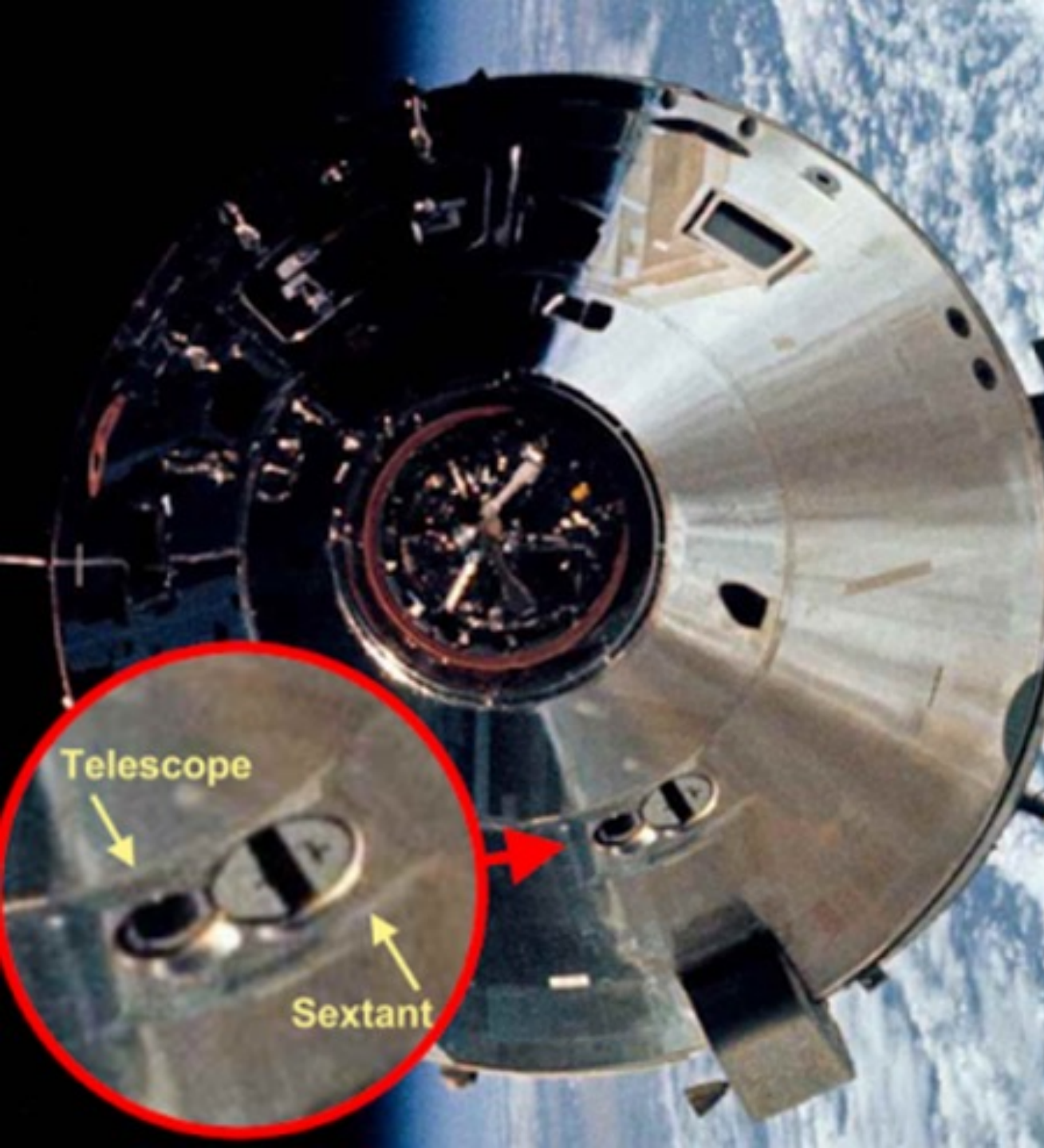


Sextantul spațial la bordul modului de comandă și lunar Apollo



Sistemul GNC și avea următoarele programe de navigație:

- P22 pentru determinarea coordonatelor de localizare a MC pe suprafața lunară folosind sextantul în timpul trecherilor orbitale peste zona de aselenizare,
- P23 pentru verificări ale poziției și traiectoriei navei utilizând sextantul
- P52 pentru alinierea platformei de navigație prin calibrări și realinieri ale navei spațiale, rezultate din observații cu sextantul

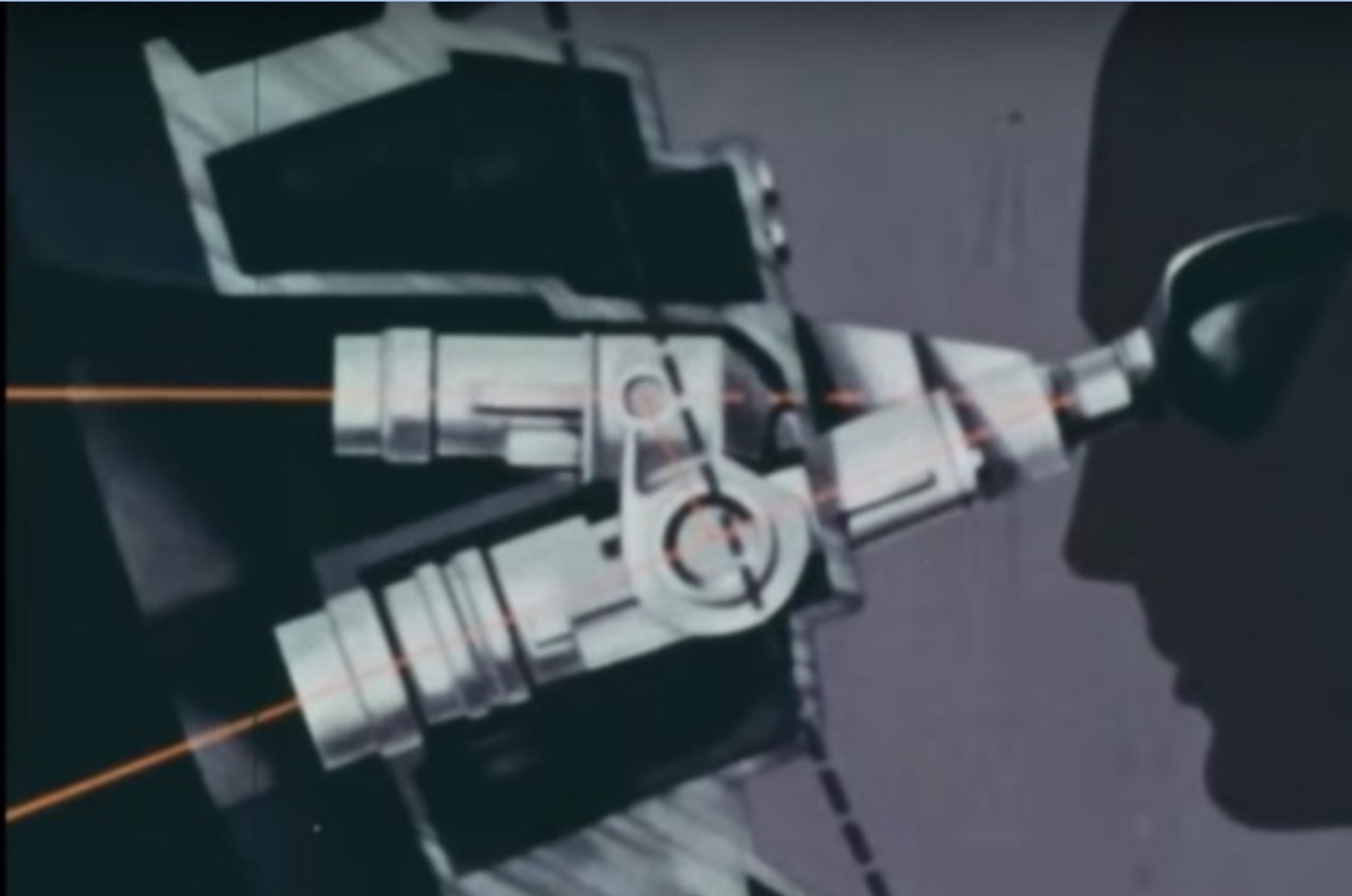


Se viza un reper de pe Pământ, cum ar fi Golful San Francisco sau un punct de pe conturul Pământului sau a Lunii luminate de Soare.

A doua linie de vizare era cea stelară, care putea fi deplasată până la 67 de grade față de linia de vizare fixă.

Foto: Sextantul spațial
(vedere din exterior)

Sextantul spațial avea două linii de vizare, una fixă și una mobilă.





Apollo a fost proiectat la apogeul Războiului Rece și exista temerea reală că transmisiunile sale ar putea fi blocate de URSS.

Totuși, zborul spațial s-a dovedit a fi deasupra Războiului Rece, și la propriu și la figurat, iar natura competitivă a „Cursei Spațiale” nu s-a transformat niciodată în agresiune.

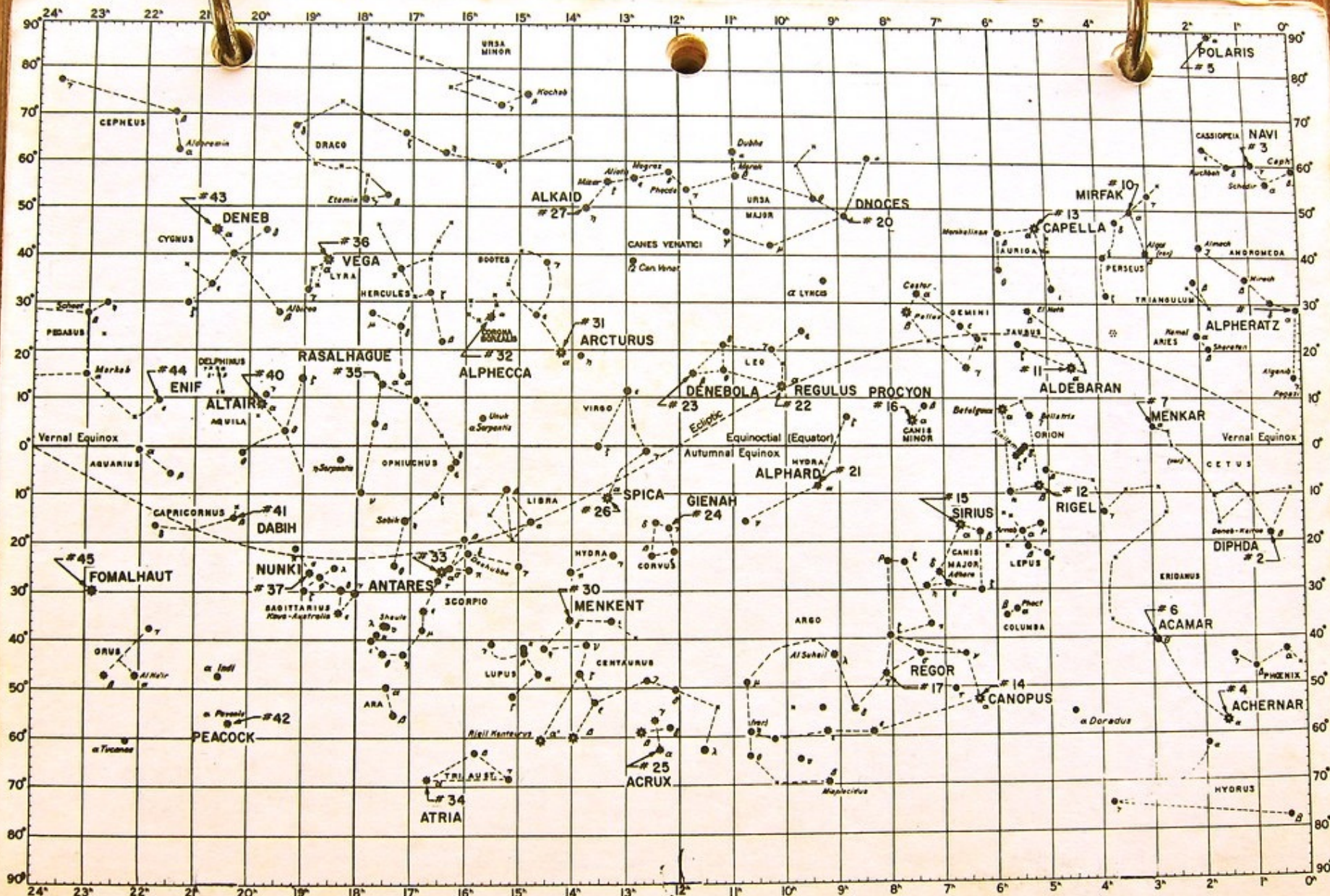
Foto: Misiunea Apollo 13 James Lovell
făcând observații la aștri

Harta stelară

Basic Date 6/15/70

Apollo 14

Changed 12/17/70

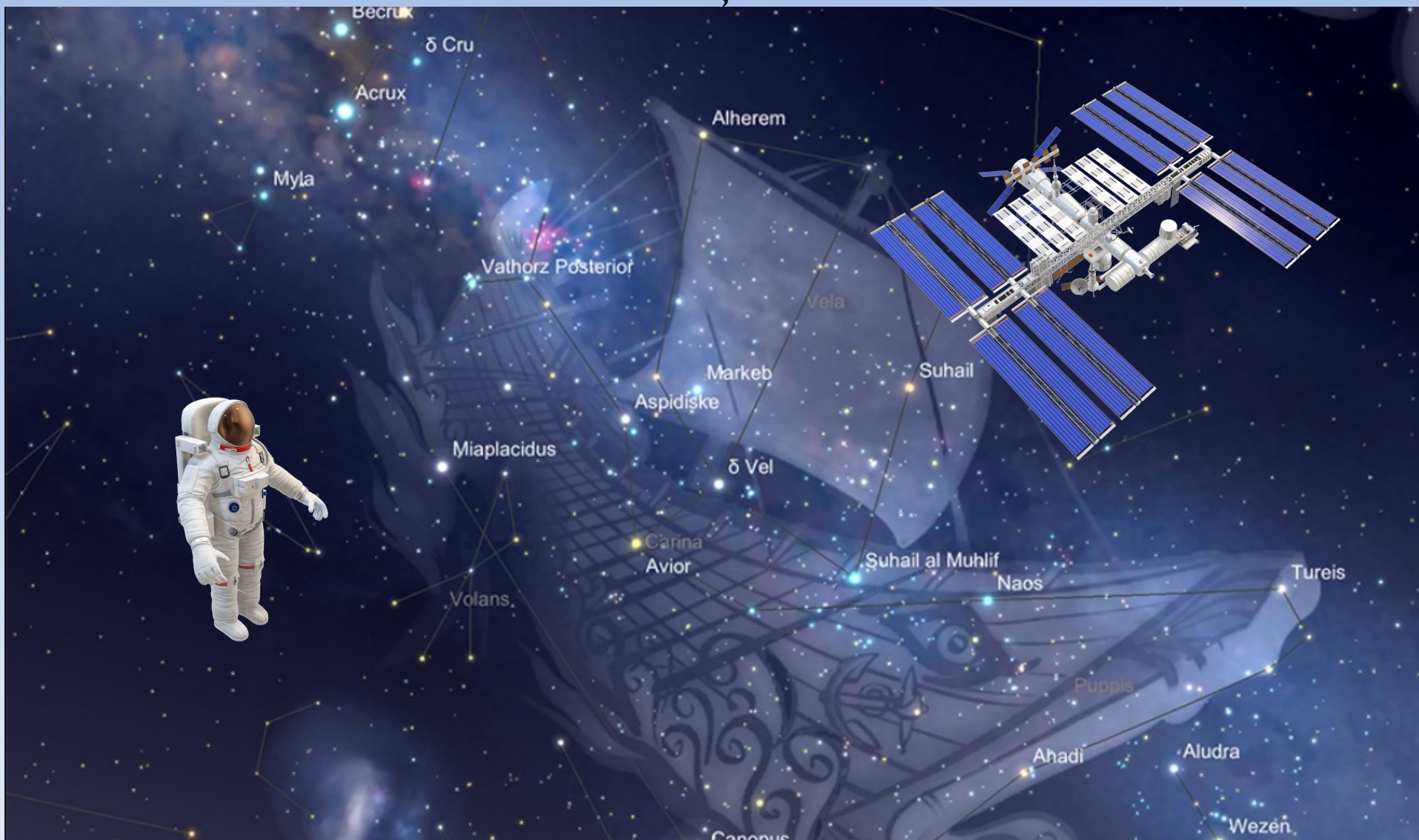


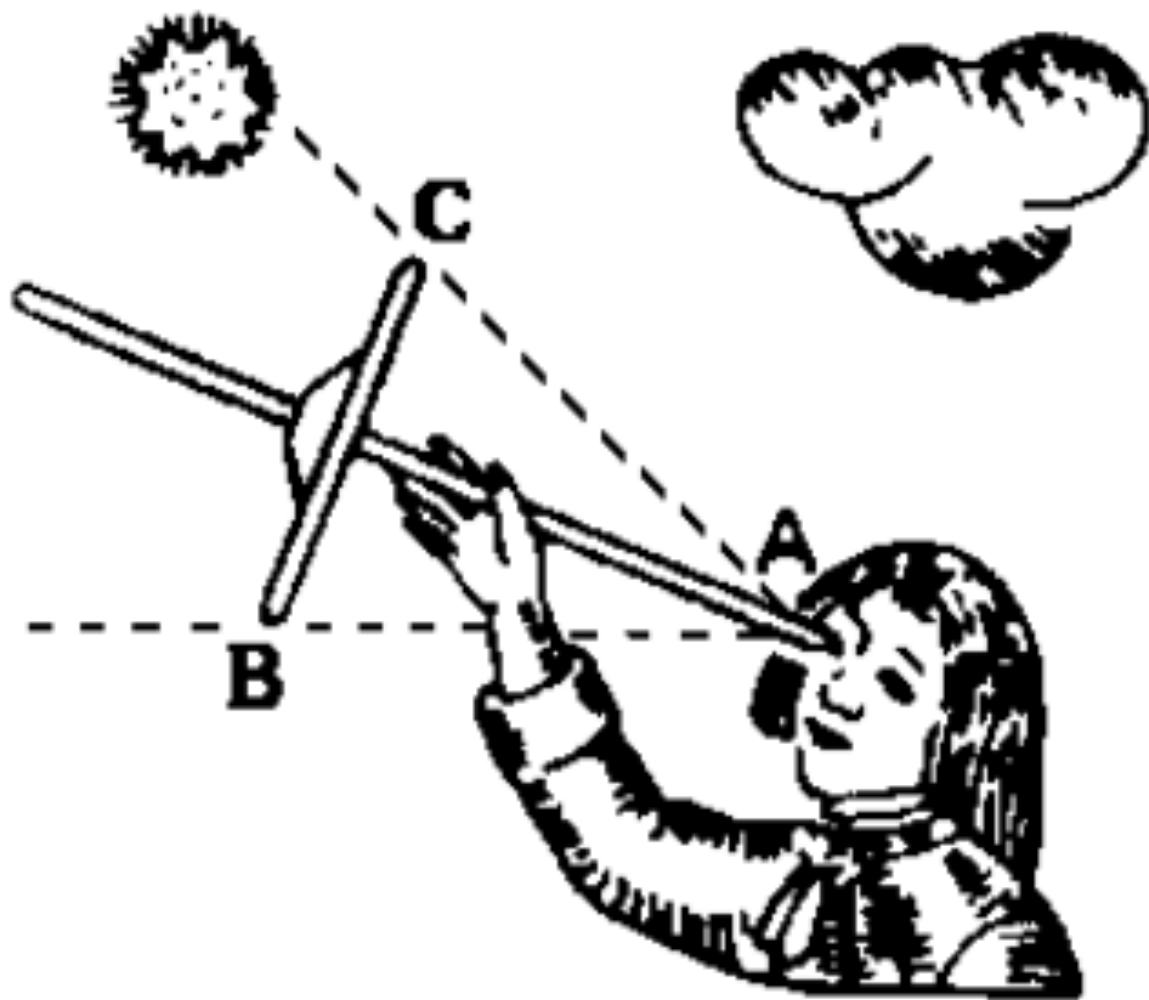


**Astronauții
de la
bordul SSI
au testat un
sextant
pentru
programul
Artemis**

Astronautul ESA Alex Gerst la bordul SSI.
Credit: NASA

Viitorii temerari au pe cerul înstelat, *Barca lui Osiris* sau *Argo Navis* ce navighează pe fluviul Căii Lactee, așteptând noua generație de argonauți pentru a continua odiseea de extindere a limitelor cunoașterii.





Dacă vrei să
ieși în largul
mării trebuie
să înveți
navigație
astronomică
pentru că
aștrii salvează
vieți!

MAN IS NOT LOST



*O fereastră deschisă
spre cer și mare*



