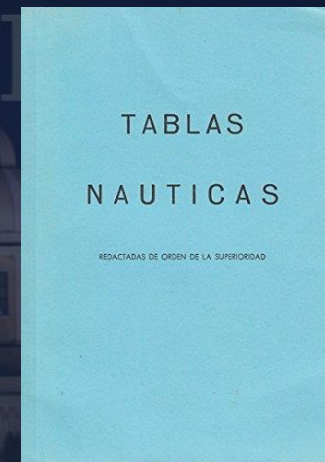
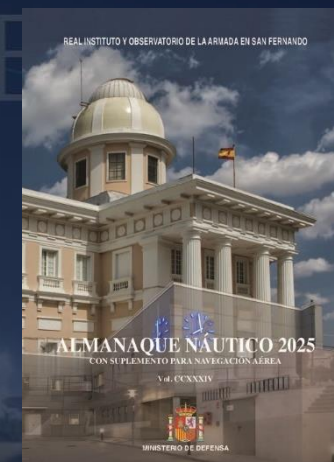
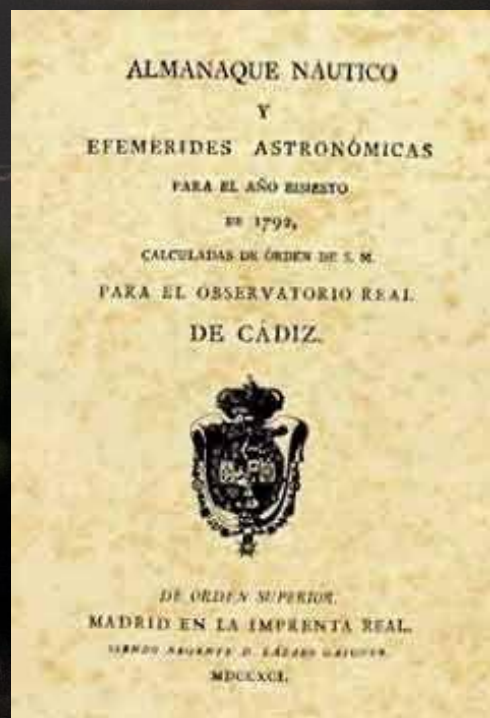


Navegación Astronómica



Capitán de Navío Juan José Ruiz Pérez
Doctor en Ciencias Físicas
Comandante Naval de Tarragona

Índice

Parte I. Fundamentos

- La Esfera Celeste
- El Movimiento Anuo del Sol
- El Movimiento Diurno de Astros
 - Efemérides (Orto, Ocaso, Crepúsculos, Paso por el Meridiano)
- Sistemas de Referencia
- Proyecciones Geométricas
- Trigonometría
- El Triángulo de Posición
- El Círculo de Altura y La Recta de Altura
- Los 4 Pilares de la Navegación Astronómica

Parte II. Observación

- Preparación
 - Horas de orto/ocaso/crepúsculos
 - Dibujo de un MONO
 - Creación de la Carta Náutica
- Medición
- Reducción
 - Promediar Observaciones
 - Aplicar Correcciones
 - Determinante Punto Aproximado

Parte III. Problema Tipo Completo

- Representación de Rectas de Altura
- Desplazamientos y Corte

Navegación Astronómica

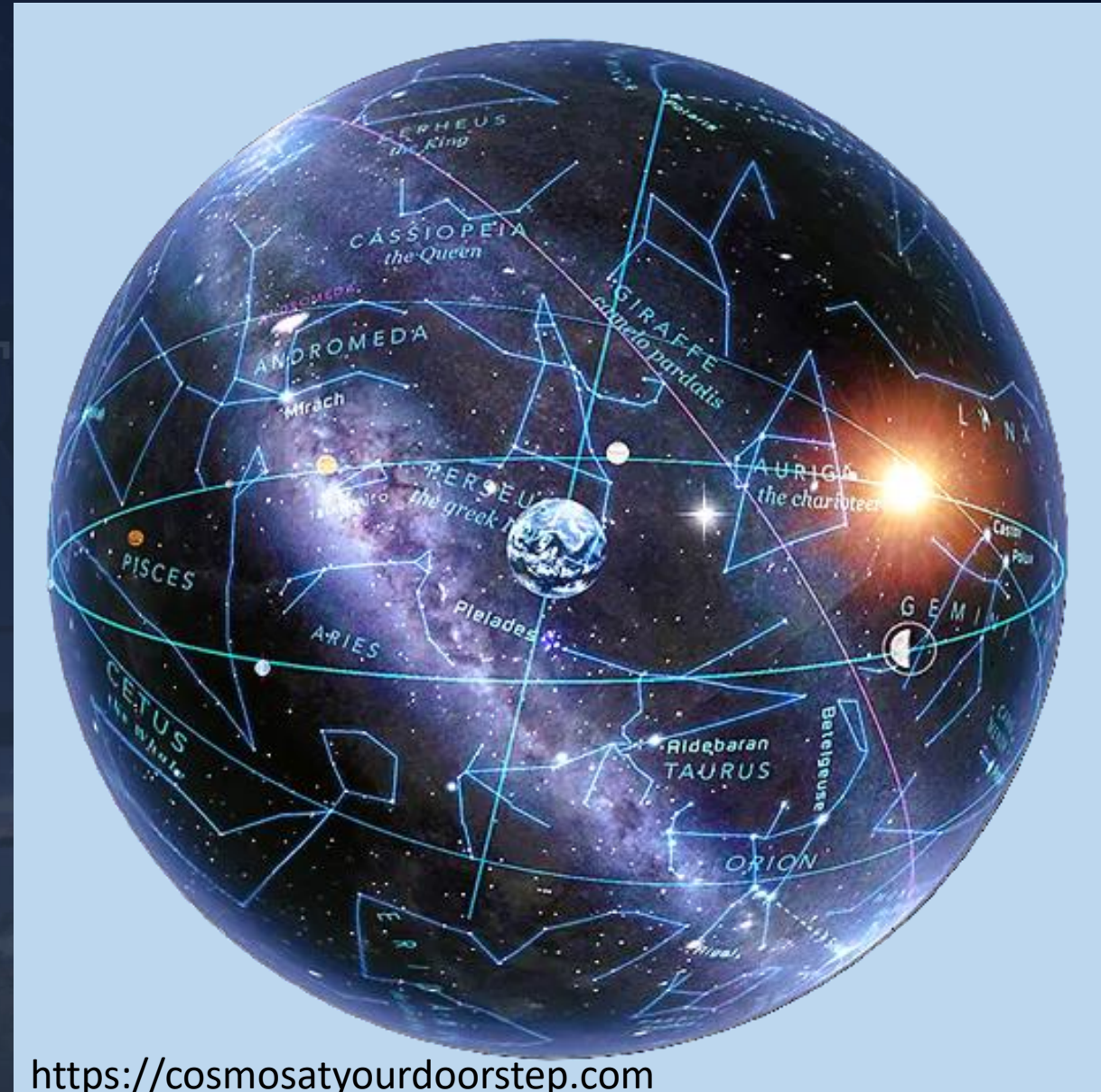
Parte I. FUNDAMENTOS

REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO
DE LA ARMADA



La Esfera Celeste

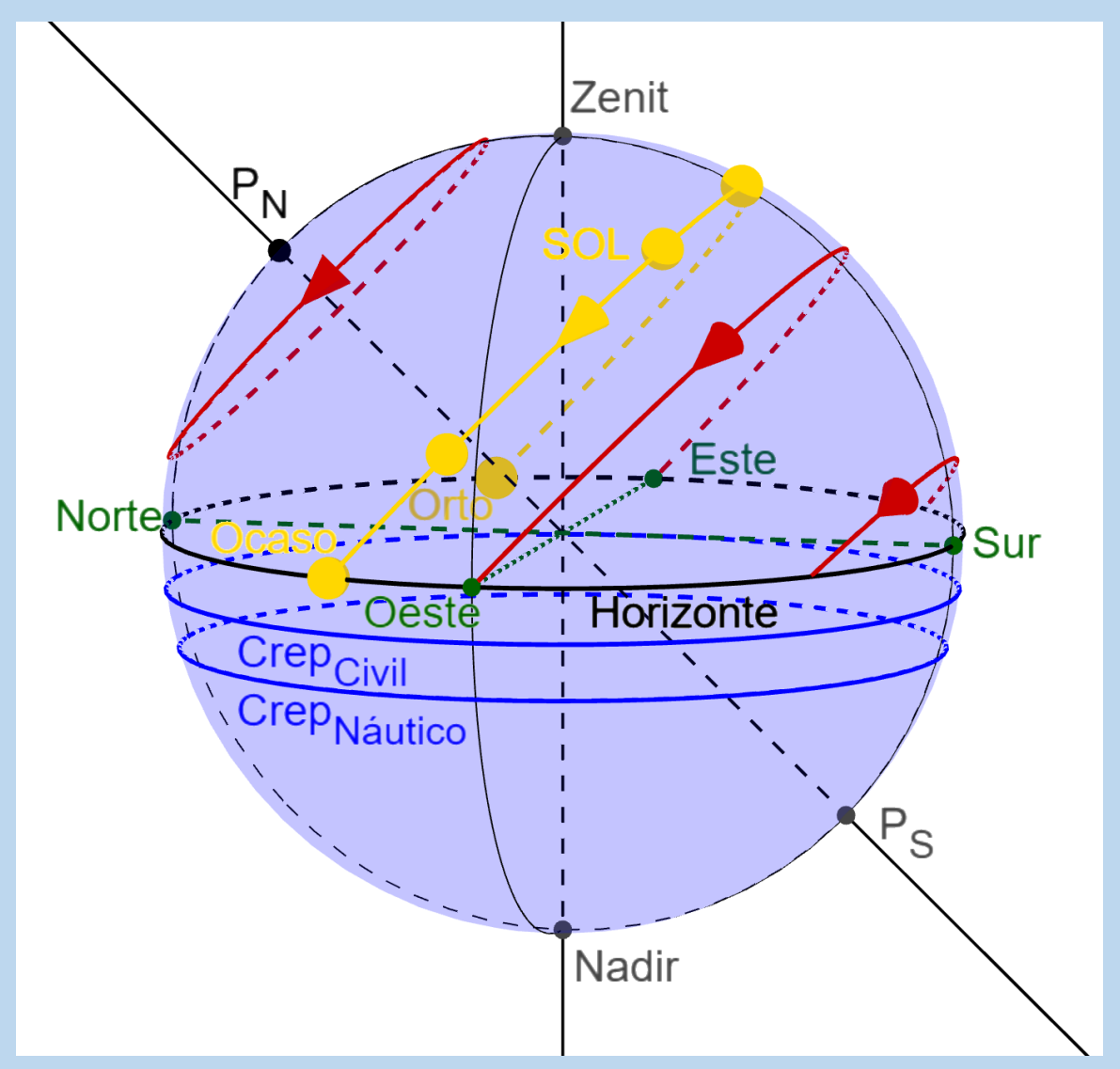
- Modelo Geométrico
- Tierra en el centro de la esfera
- Todos los astros están proyectados sobre la esfera:
 - Astros “móviles”: **Sol, Luna, Planetas**
 - Astros “fijos”: **Estrellas, Aries** ♈, **Polos**, Eclíptica, Vía Láctea
- TOSOS LOS ASTROS ESTÁN A LA MISMA DISTANCIA DEL CENTRO DE LA TIERRA! la distancia tierra – astro no interviene nunca en los problemas de navegación.



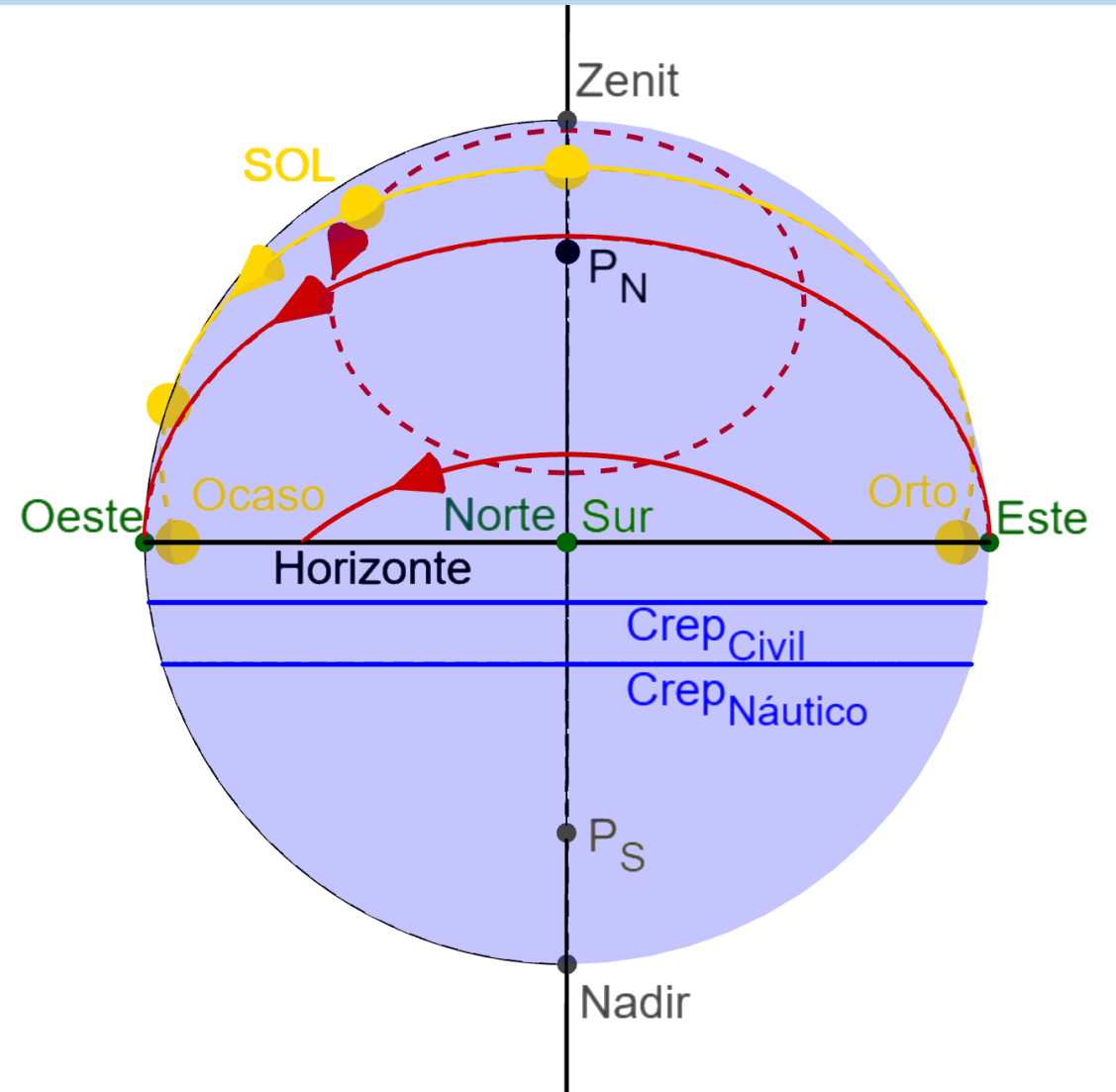
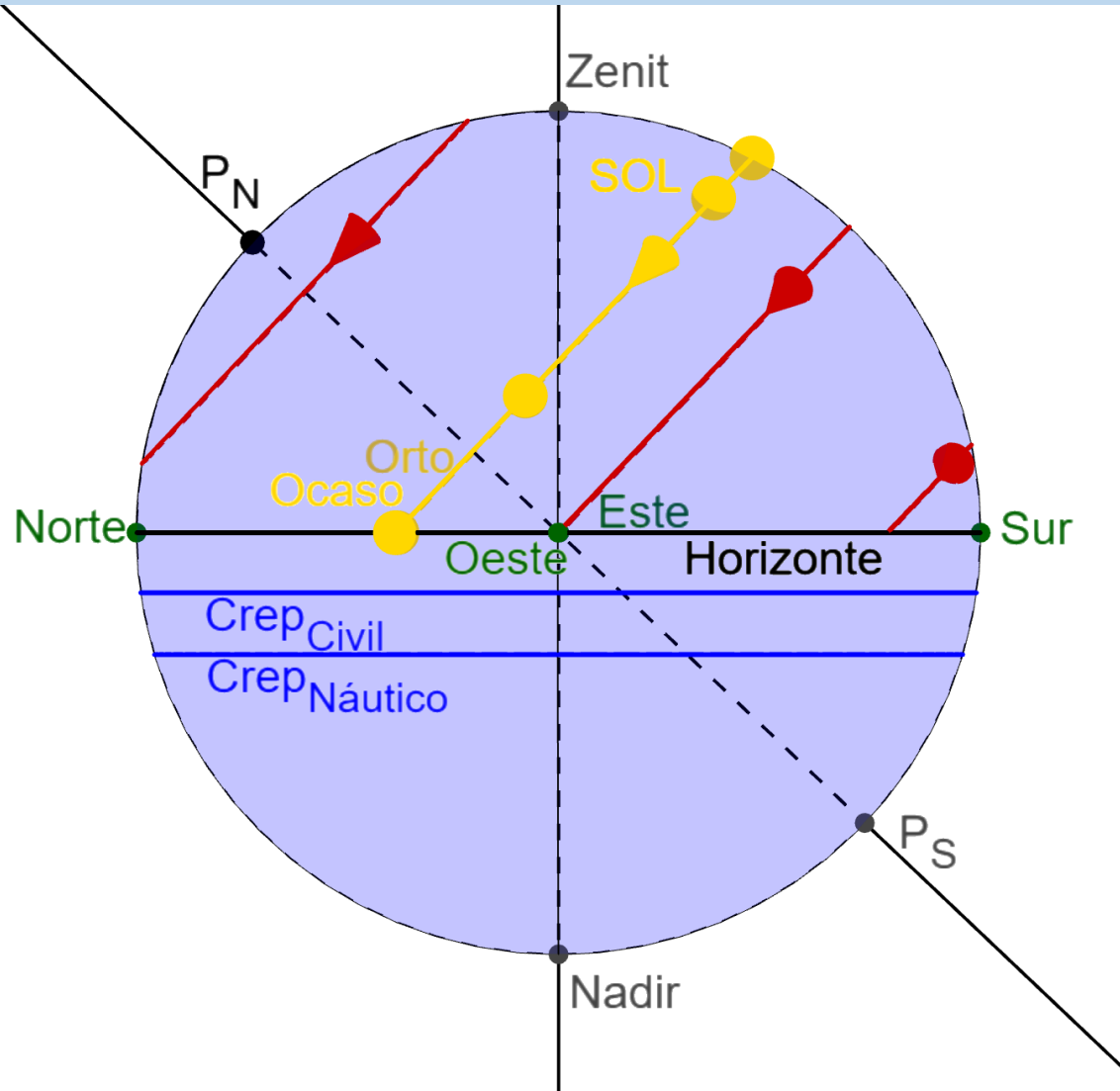
El Movimiento Diurno de Astros (1)

Conceptos Básicos:

- Zenit – Nadir
- Horizonte
- Vertical
- Polos Celestes
- Ecuador
- Puntos Cardinales
- Salida del astro: Orto
- Puesta del astro: Ocaso
- Paso del astro por el meridiano
- Crepúsculo Civil ($0^{\circ} - 6^{\circ}$)
- Crepúsculo Náutico ($6^{\circ} - 12^{\circ}$)



Movimiento Diurno de Astros (2)



Sistemas de Referencia (1)

- En Navegación Astronómica se necesitan 4 **Sistemas de Referencia** distintos:
 - Referencia local para situar la observación del astro: Altura y Azimut. Relaciona el astro con el observador.
 - Referencia geográfica de posición del observador: Latitud y Longitud. Referencia el observador con la Tierra.
 - Referencia absoluta para fijar las coordenadas del astro en la esfera celeste: Declinación y Angulo Sidéreo o Ascensión Recta. Referencia el astro en el espacio con la Esfera Celeste y la Tierra.
 - Referencia móvil para situar la posición del astro en el tiempo: Ángulo Horario y Declinación. Referencia el astro con el tiempo.
- Los 4 sistemas de referencia confluyen en el **Triángulo de Posición** que se forma en la Esfera Celeste.

Sistemas de Referencia (2)

COORDENADAS HORIZONTALES

Referencia:

Plano del Horizonte /

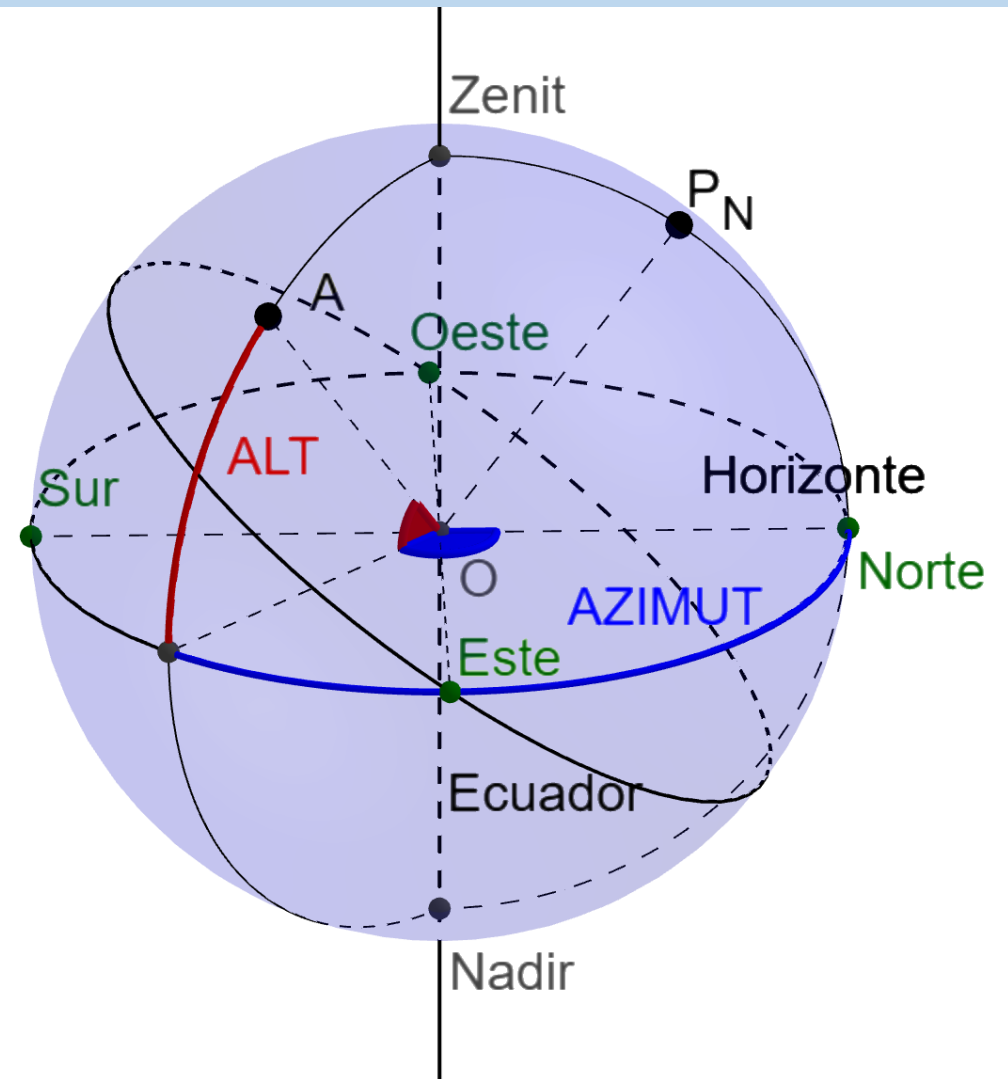
Eje Zenit – Nadir

Punto cardinal Norte (nota).

Coordenadas:

ALTURA desde el horizonte hacia el astro de $0^{\circ} - 90^{\circ}$. (+) Astro visible / (-) Astro invisible.

AZIMUT sobre el horizonte desde el Norte hacia el Este de $0^{\circ} - 360^{\circ}$.



Sistemas de Referencia (3)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

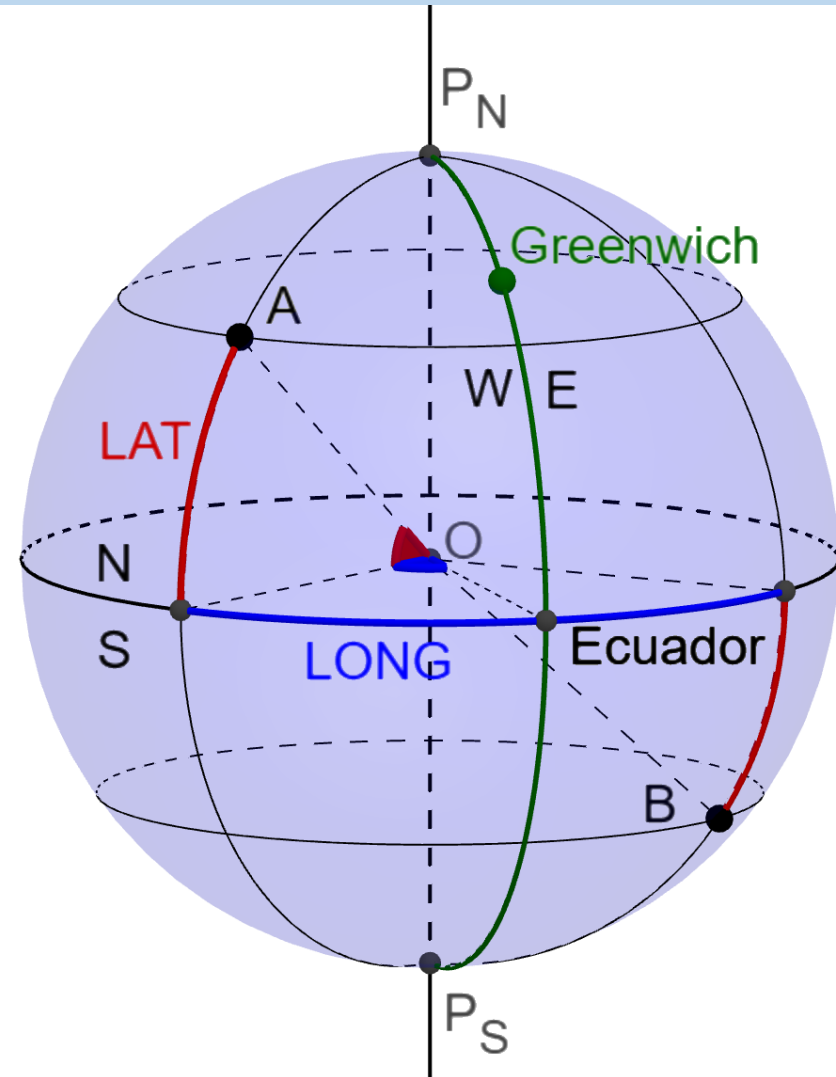
Referencia:

Plano del Ecuador terrestre /
Eje Polo Norte – Sur terrestre
Meridiano de Greenwich

Coordenadas:

LATITUD desde el ecuador
hacia el observador de $0^{\circ} - 90^{\circ}$.
(+) Norte / (-) Sur

LONGITUD sobre el ecuador
desde el meridiano de
Greenwich hacia el Este (-) u
Oeste (+) de $0 - 180^{\circ}$. (Nota)



Sistemas de Referencia (4)

COORD. URANOGRÁFICAS

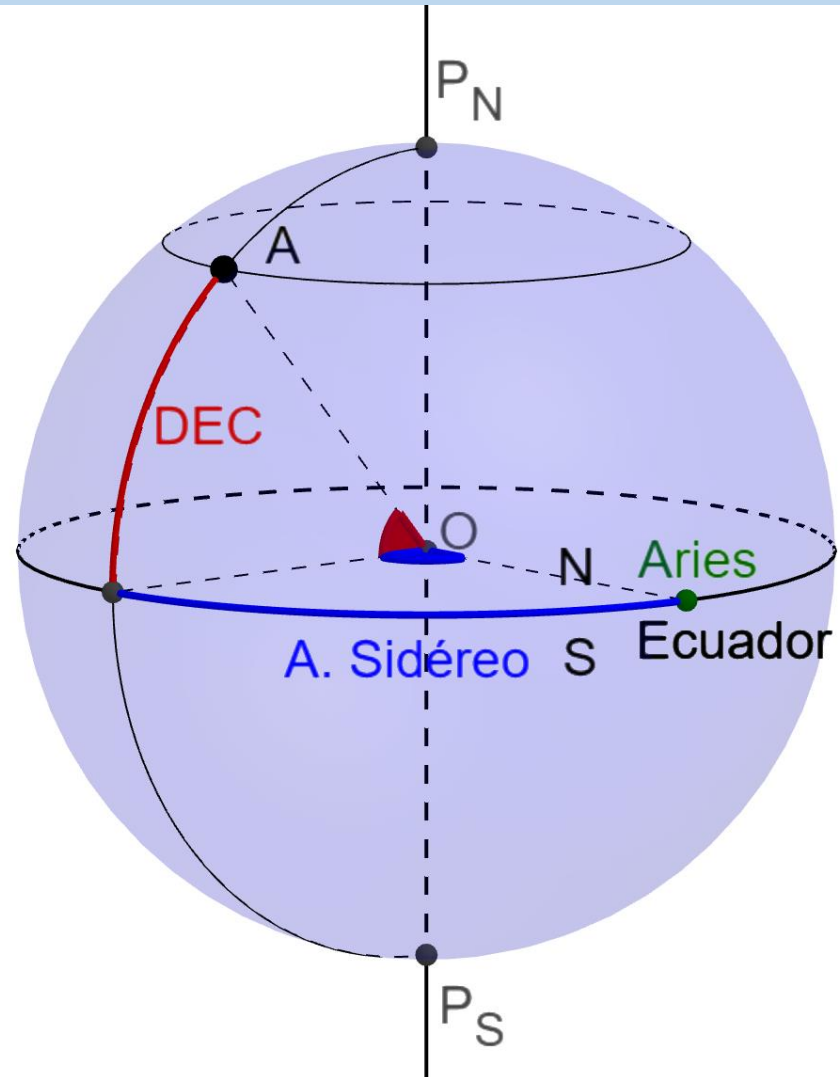
Referencia:

Plano del Ecuador celeste
Eje Polo Norte – Sur celeste
Punto de Aries Υ

Coordenadas:

DECLINACIÓN desde el ecuador hacia el observador de $0^{\circ} - 90^{\circ}$.
(+) Norte / (-) Sur.

ANGULO SIDÉREO sobre el ecuador desde el Punto de Aries Υ en sentido horario (hacia el Oeste) de $0^{\circ} - 360^{\circ}$.



Sistemas de Referencia (5a)

COORDENADAS HORARIAS

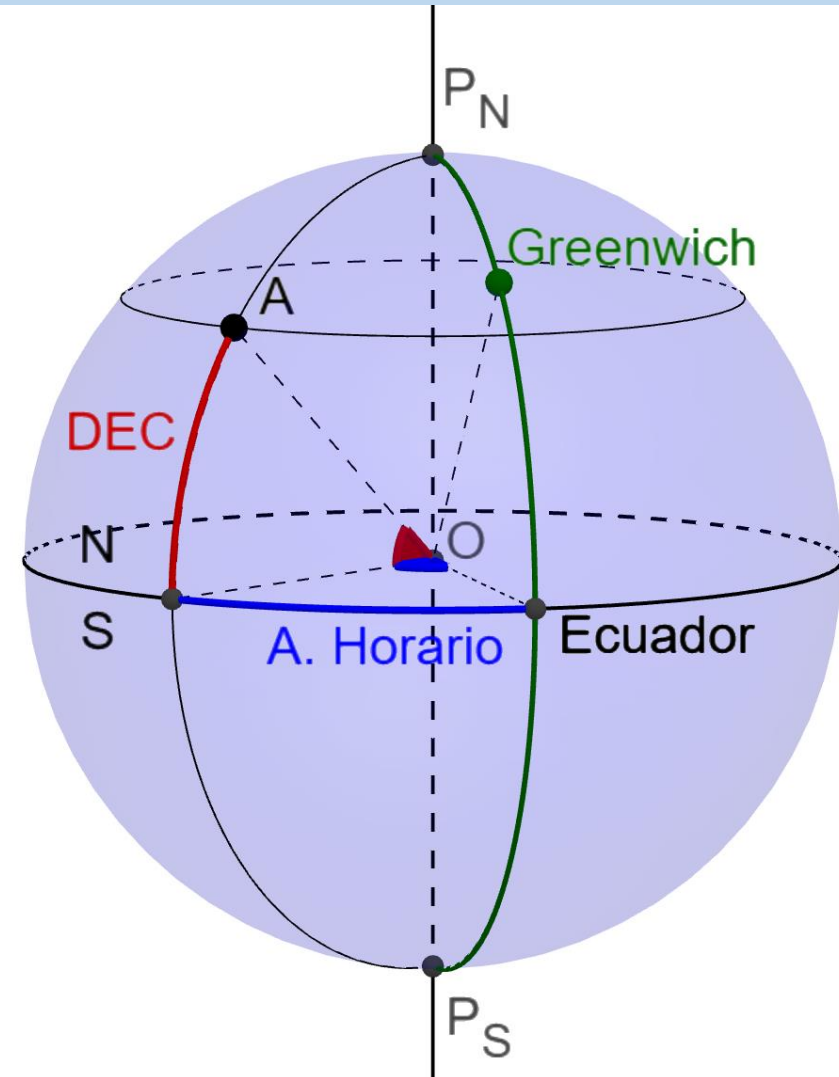
Referencia:

Plano del Ecuador celeste /
Eje Polo Norte – Sur celeste
Meridiano celeste de Greenwich

Coordenadas:

DECLINACIÓN desde el ecuador
hacia el observador de $0^{\circ} - 90^{\circ}$.
(+) Norte / (-) Sur.

ÁNGULO HORARIO sobre el
ecuador desde el Meridiano de
Greenwich en sentido horario
(hacia el Oeste) de $0^{\circ} - 360^{\circ}$.



Sistemas de Referencia (5b)

COORDENADAS HORARIAS

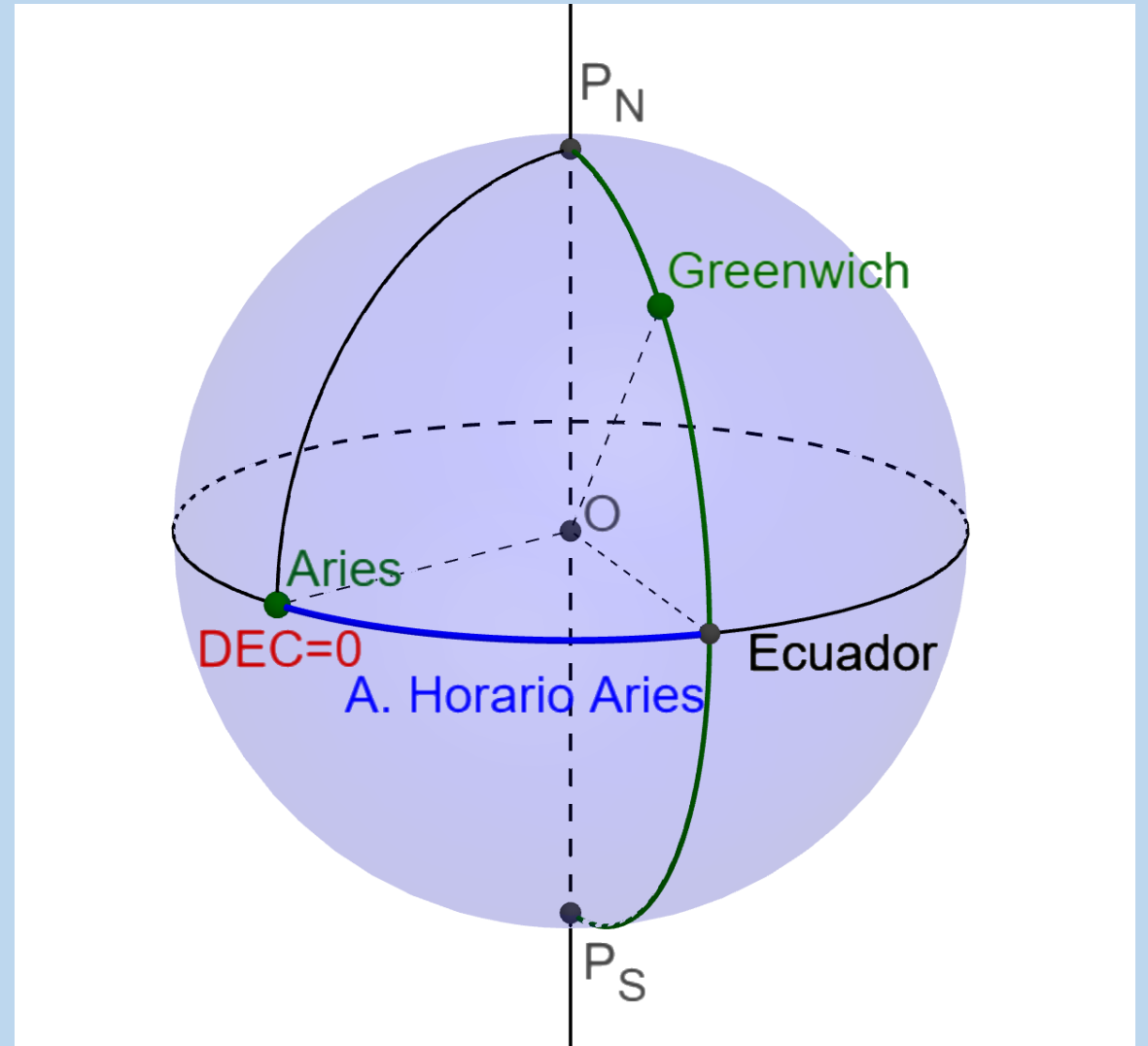
Referencia:

Plano del Ecuador celeste /
Eje Polo Norte – Sur celeste
Meridiano celeste de Greenwich

Coordenadas:

DECLINACIÓN desde el ecuador
hacia el observador de $0 - 90^{\circ}$.
(+) Norte / (-) Sur.

ÁNGULO HORARIO sobre el
ecuador desde el Meridiano de
Greenwich en sentido horario
(hacia el Oeste) de $0^{\circ} - 360^{\circ}$.



Proyecciones (1)

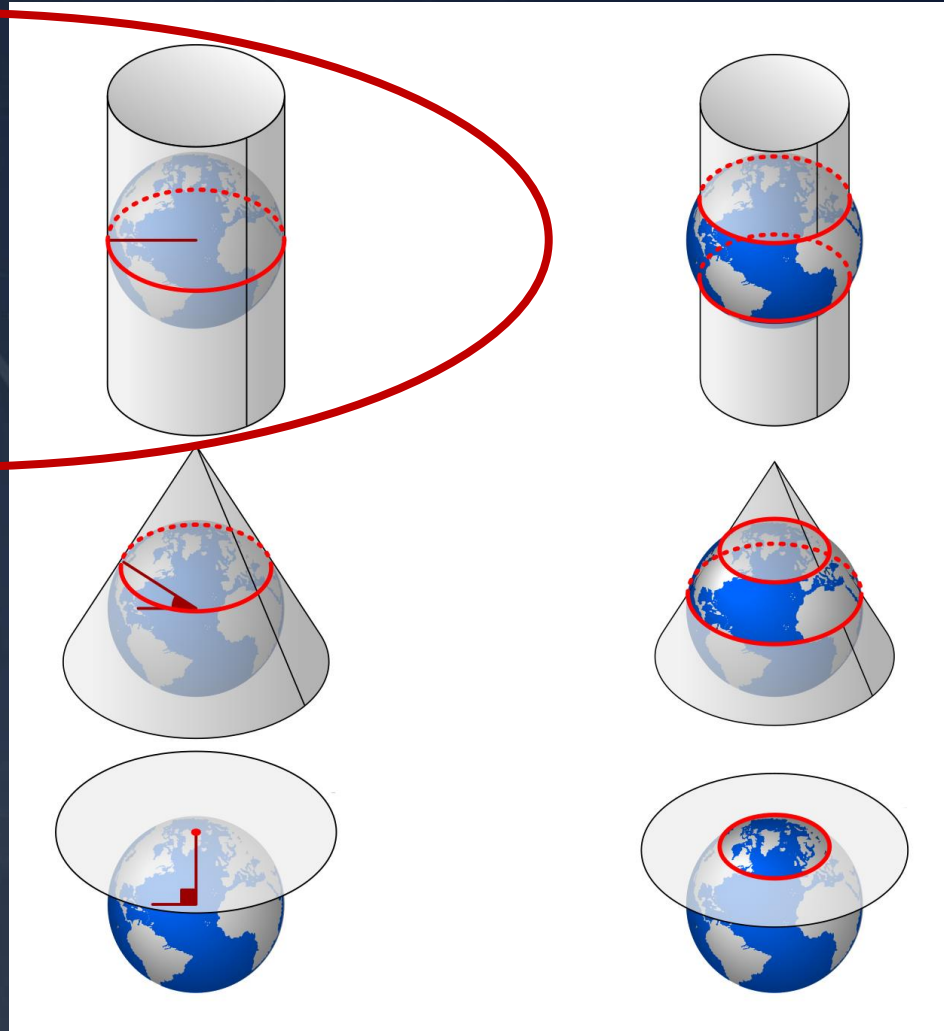
- Problema de representación de una esfera en una superficie plana.
- Siempre producen algún tipo de deformación.
 - Conservan ángulos
 - Conservan distancias
 - Conservan áreas
 - Conservan la forma
 - Meridianos, paralelos, azimuts ...
- En navegación interesa:
 - Conservar como líneas rectas las líneas de rumbo, demora o azimut, paralelos y meridianos (y perpendiculares entre sí).
 - Facilidad de medir distancias.

Proyecciones (2)

Tangentes

Secantes

Cilíndrica
"Mercator"



Cilíndrica

Cónica

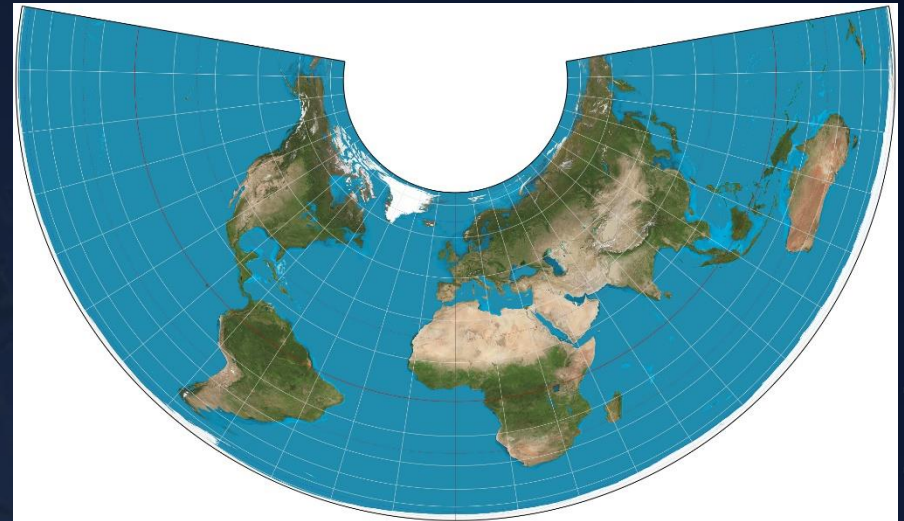
Plana

SERVATORIO
LA ARMADA

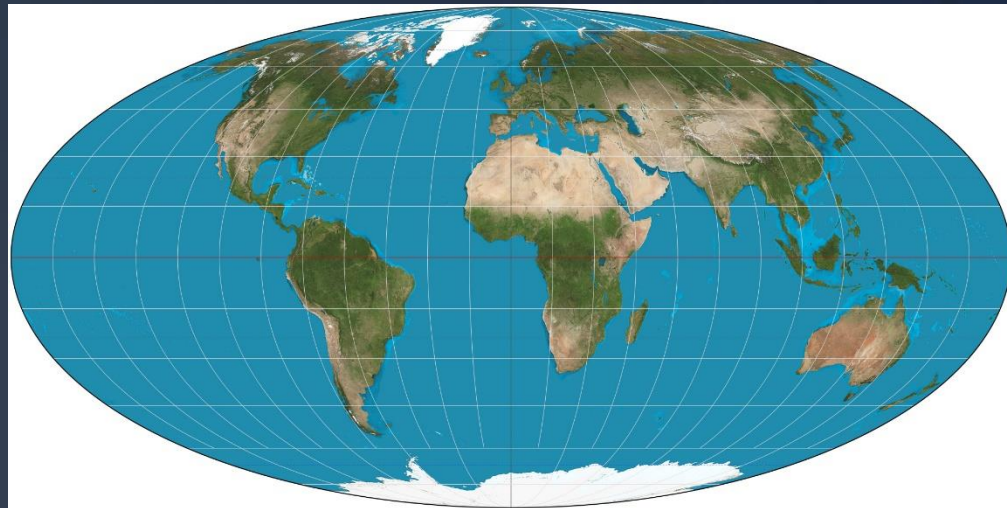
Proyecciones (3)



Cilíndrica



Cónica



Plana

Trigonometría (1)

- Herramienta matemática utilizada en Navegación Astronómica:

$\text{sen}(\alpha)$, $\text{cos}(\beta)$, $\text{tan}(\gamma)$, ...

- Objetivo: conocer las medidas de los 3 lados y los 3 ángulos de un triángulo conocidos tres de ellos (nota).
- Los lados de los triángulos son líneas geodésicas.

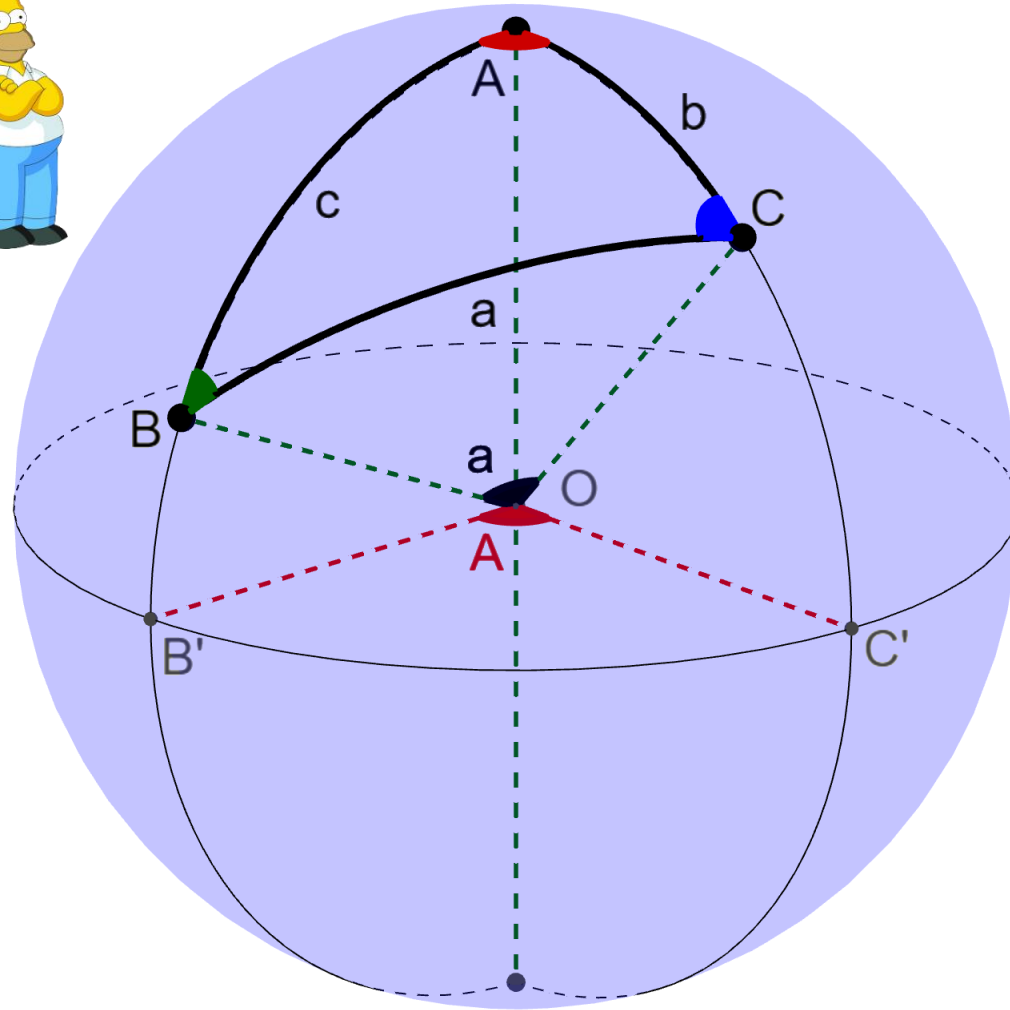
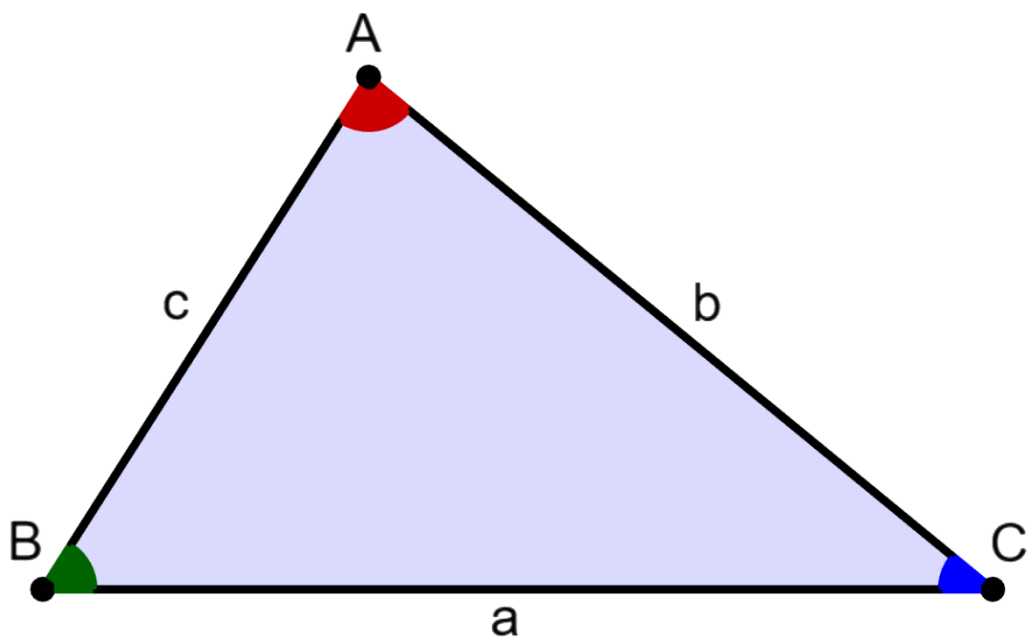
Trigonometría Plana

- Triángulo en el plano
- Lados a , b , c son **Líneas Rectas**
- Ángulos A , B , C (grados/radianes)
- $A+B+C = 180^\circ$

Trigonometría Esférica

- Triángulo sobre una esfera
- Los lados a , b , c son **Círculos Máximos**
- Ángulos A , B , C (grados/radianes/horas)
- Los lados a , b , c son también ángulos!
- $A+B+C > 180^\circ$

Trigonometría (2)



Trigonometría (3)

Trigonometría Plana

$$\frac{a}{\sin(A)} = \frac{b}{\sin(B)} = \frac{c}{\sin(C)}$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$$

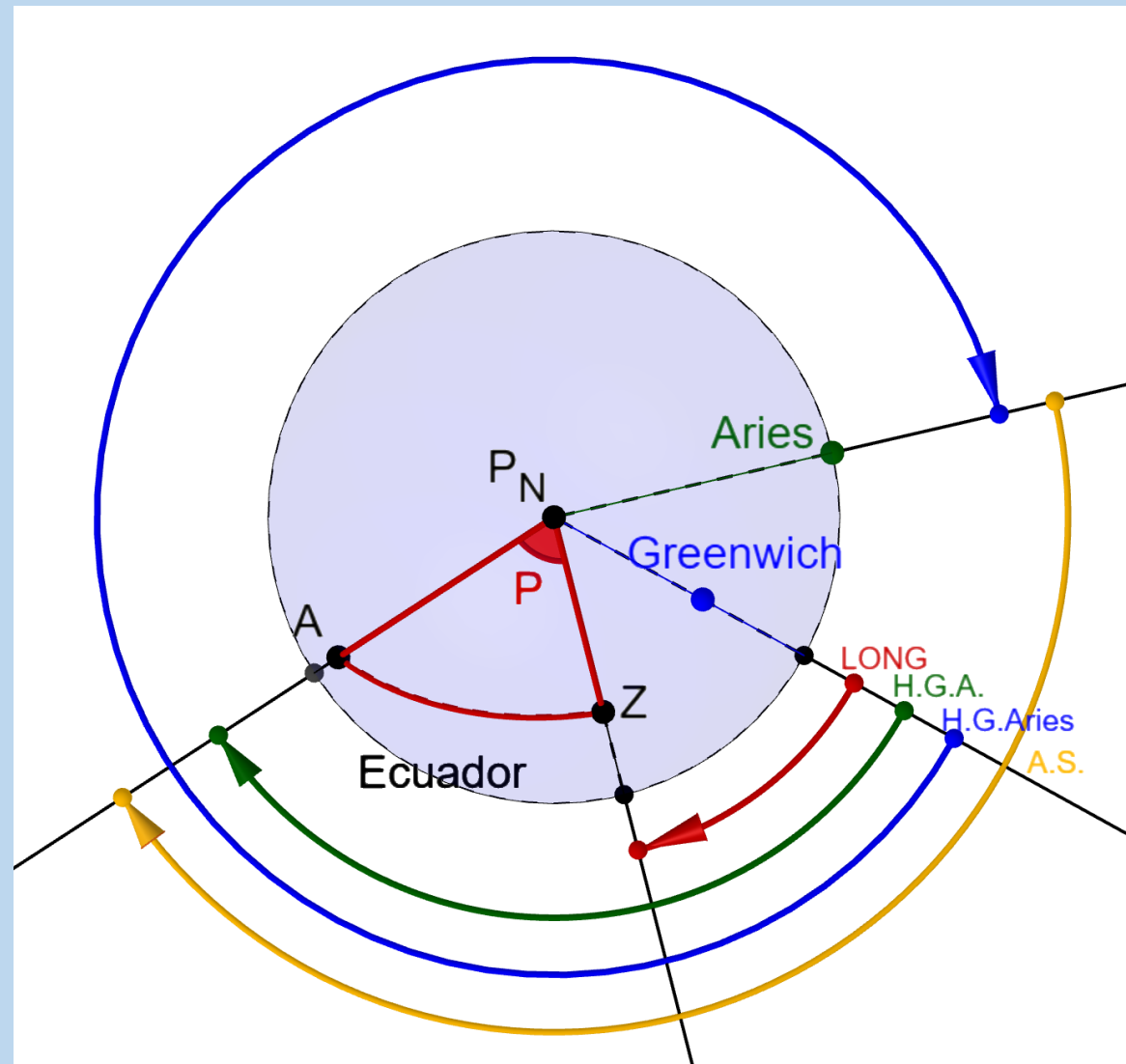
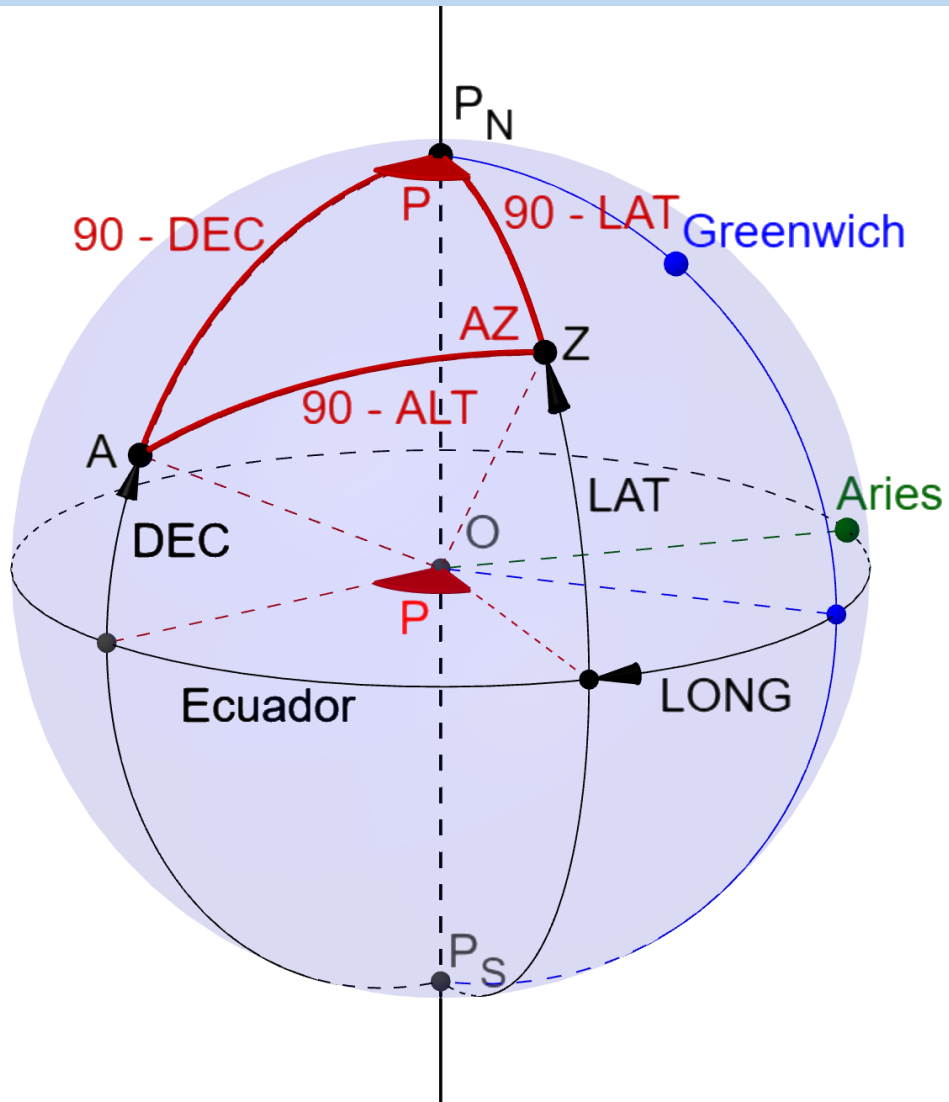
Trigonometría Esférica

$$\frac{\sin(a)}{\sin(A)} = \frac{\sin(b)}{\sin(B)} = \frac{\sin(c)}{\sin(C)}$$

$$\cos(a) = \cos(b) \cos(c) + \sin(b) \sin(c) \cos(A)$$

$$\cot(b) \sin(c) = \cos(c) \cos(A) + \sin(A) \cot(B)$$

El Triángulo de Posición



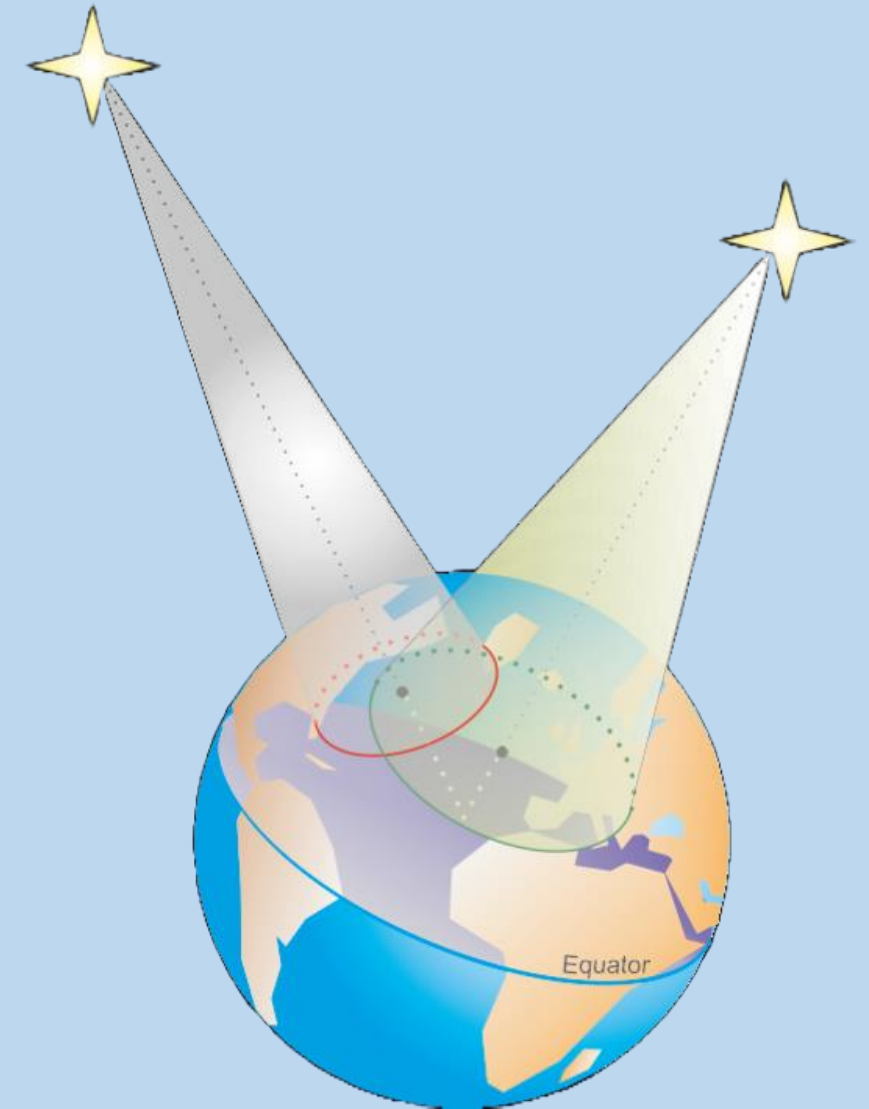
Círculo de Altura (1)

Círculo de Altura (CA): Lugar geométrico de los puntos de la esfera desde los que se ve un astro con una misma altura a la misma hora.

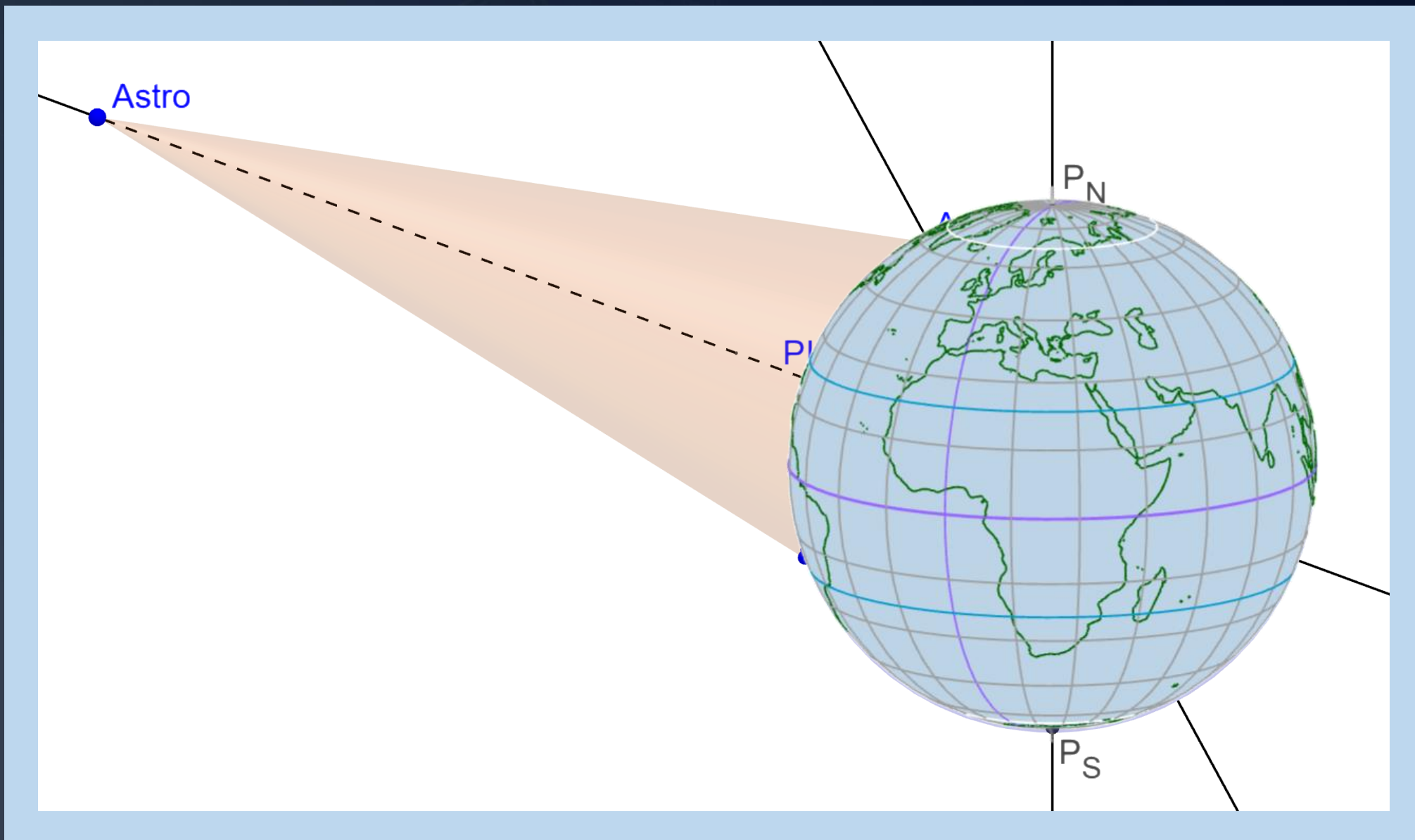
Polo Iluminado (PI): Punto de intersección de la línea astro – centro de la tierra con la superficie terrestre.

Por simetría: el CA es un círculo sobre la esfera con centro en el Polo de Iluminación y con radio igual a 90° – Altura del astro (distancia cenital).

- Un observador en el PI verá a la estrella a 90° de elevación (en su zenit).
- Cualquier observador en superficie “verá” el PI de un astro en el mismo azimut en el que ve al astro.

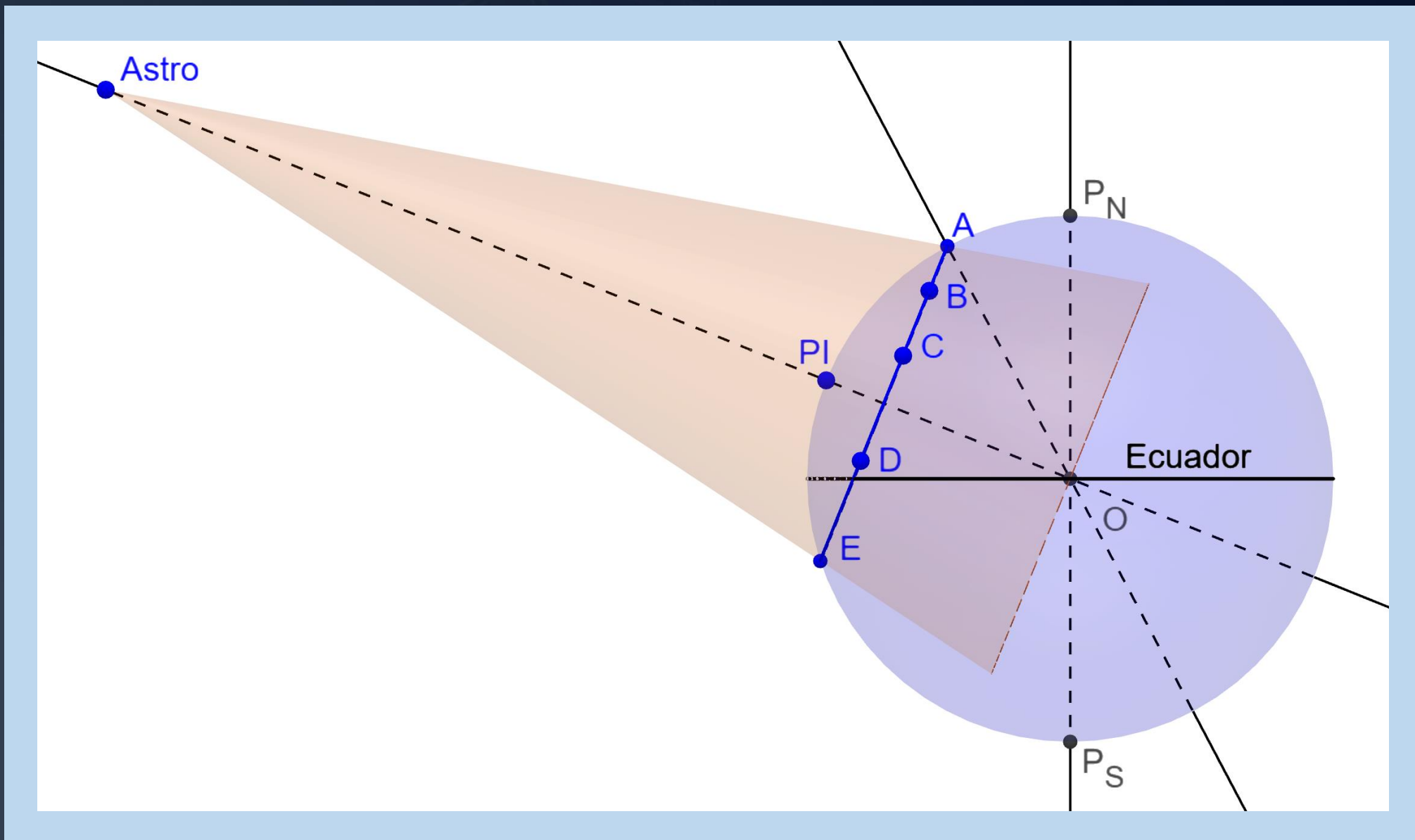


Círculo de Altura (2)

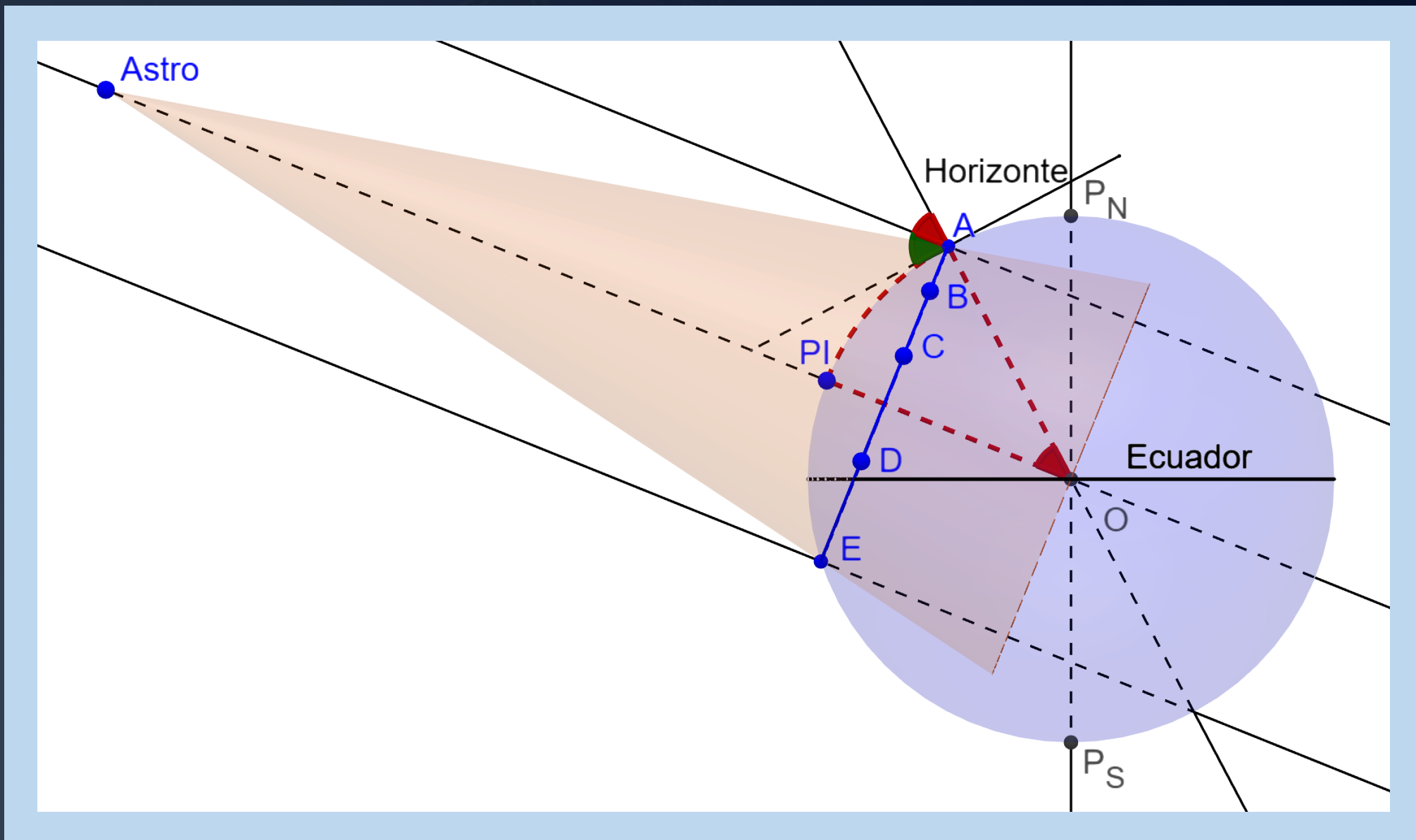


ORIO
ADA

Círculo de Altura (3)



Círculo de Altura (4)

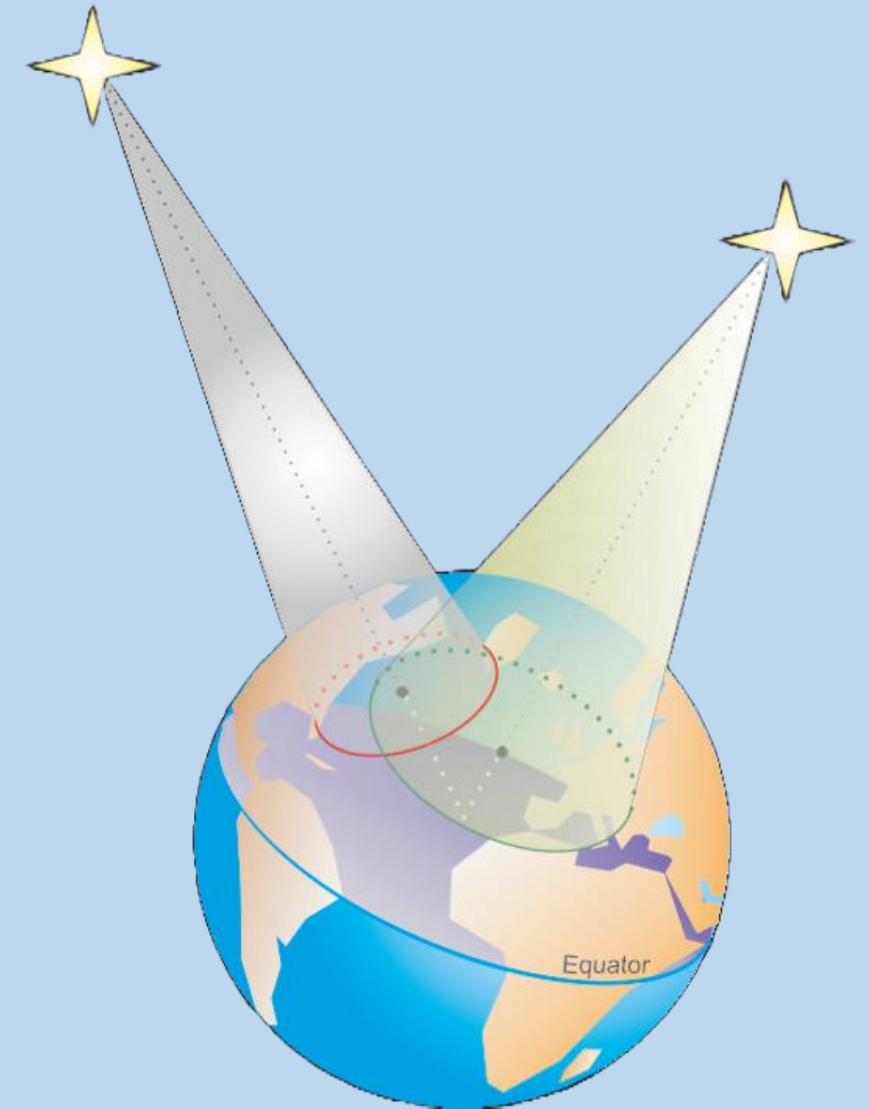


ORIO
ADA

Círculo de Altura (5)

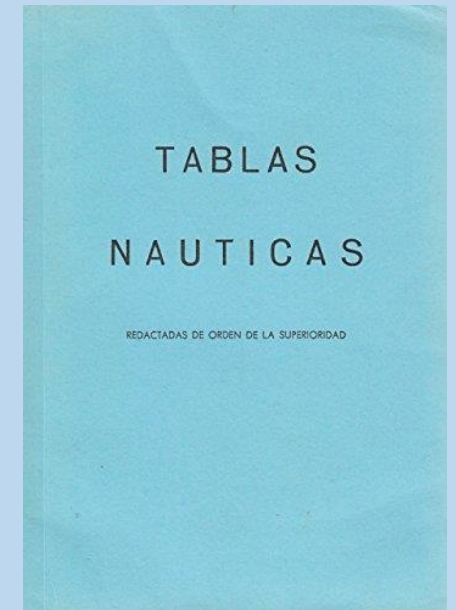
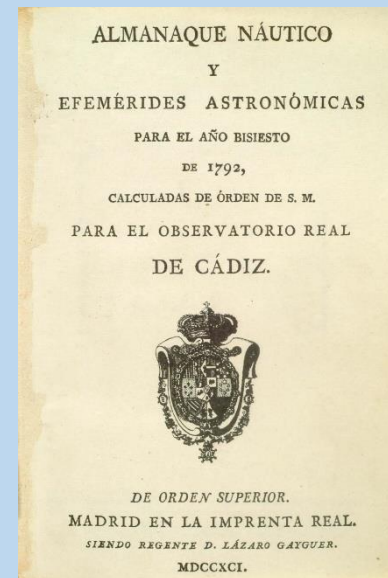
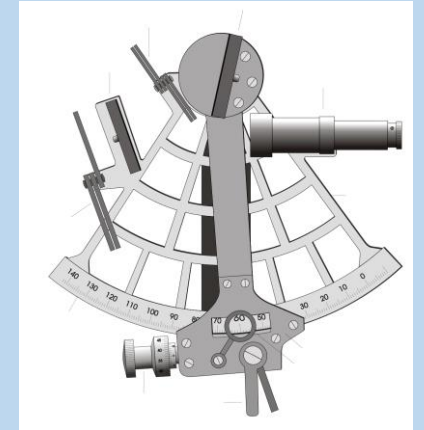
Resumen:

- El Polo de Iluminación (PI) del astro se encuentra en el mismo azimut que el astro. Astro cenital.
- El Círculo de Altura en la posición del observador es perpendicular al azimut del astro.
- El radio del Círculo de Altura depende solo de la altura del astro y es muy grande: para un astro de 30° de elevación es de 3600 millas náuticas.
- En las proximidades del observador el Círculo de Altura es una Recta (Recta de Altura) perpendicular al azimut del astro.



Los 4 Pilares Básicos de la Navegación Astronómica

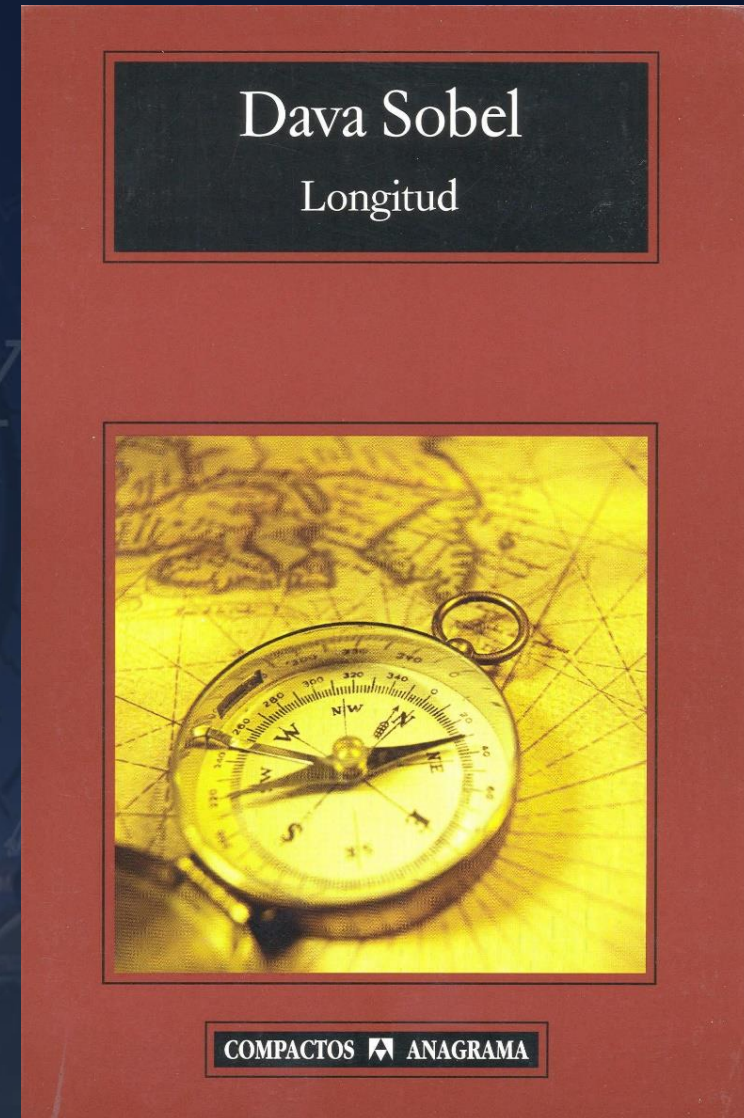
- El Cronómetro
- El Sextante
- El Almanaque Náutico
- Las Tablas Náuticas



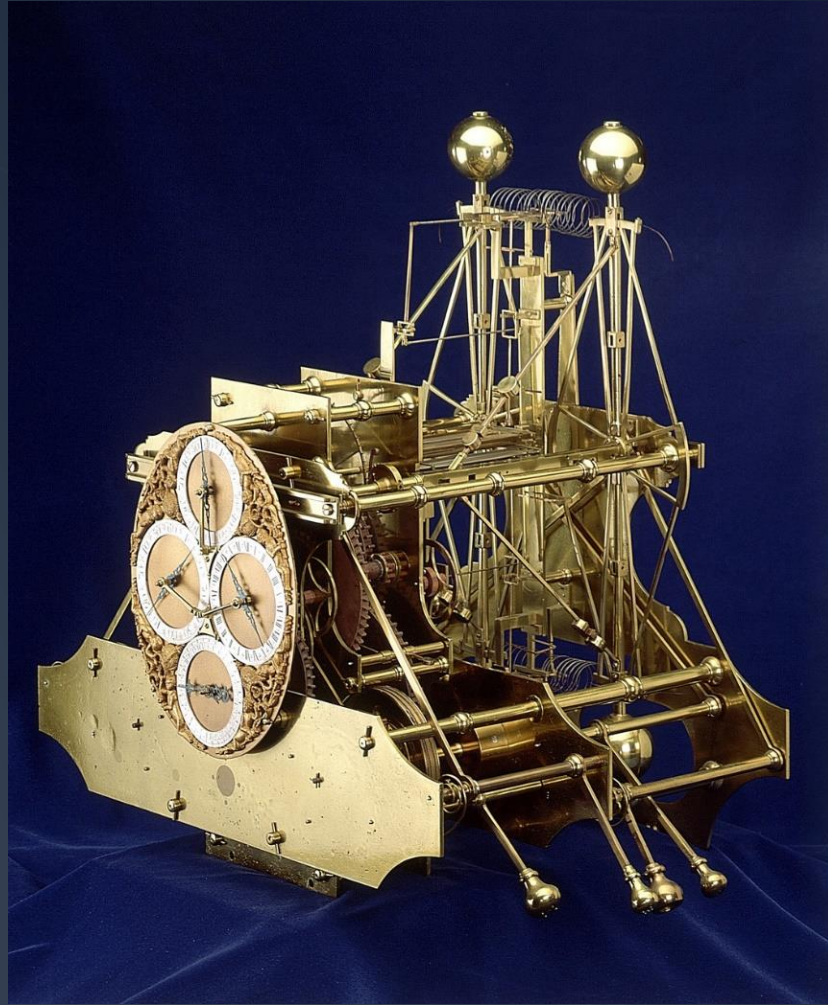
El Cronómetro (1)



John Harrison
1693 - 1776



El Cronómetro (2)



Reloj H1 - 1736



Cronómetro H4
1760

Astro
Directo



El Sextante

Espejo Móvil

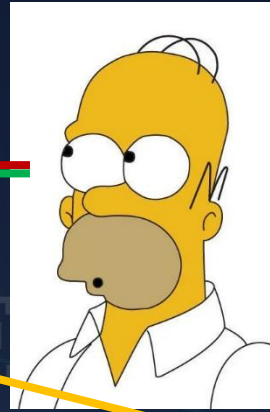
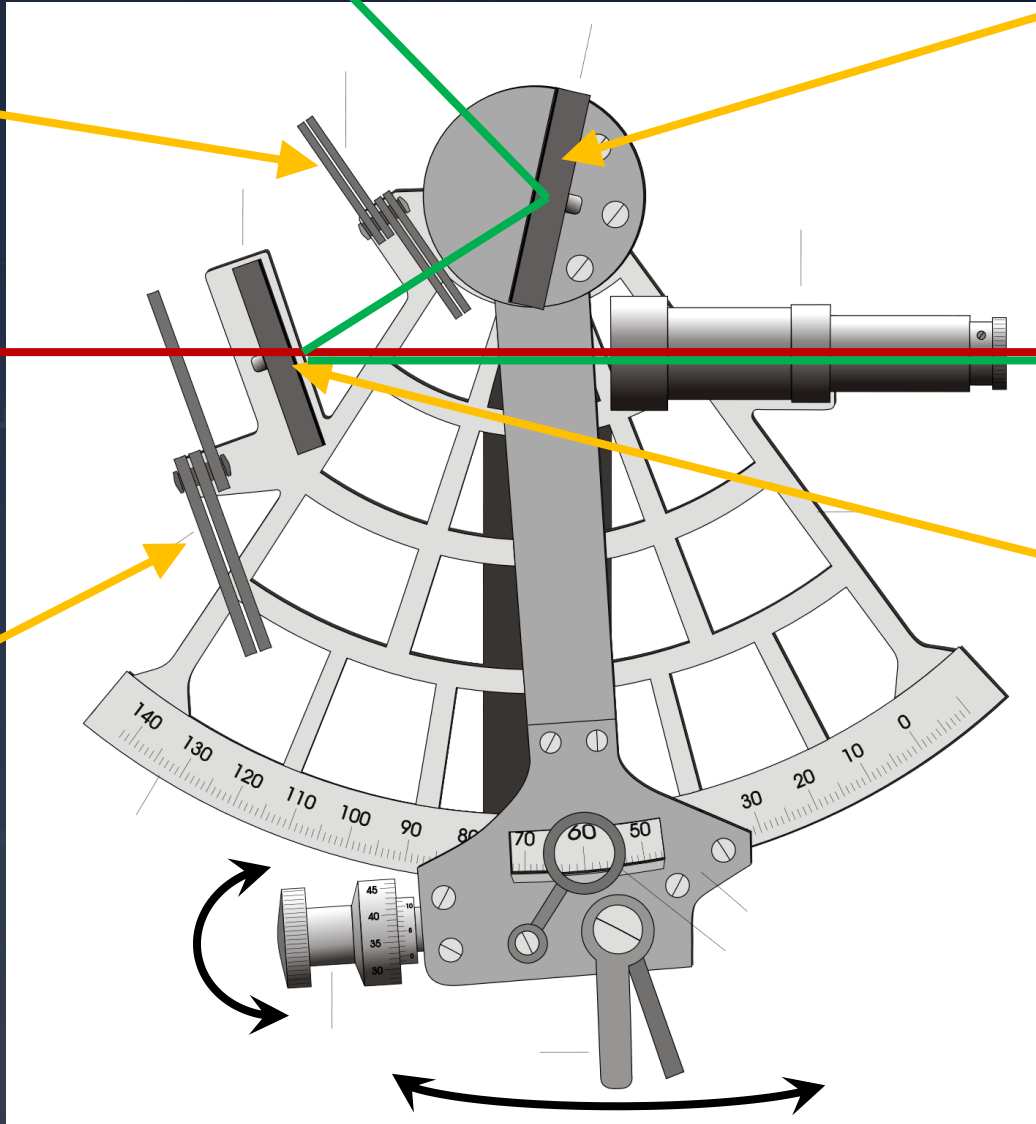
Filtros



Horizonte

Astro
Reflejado

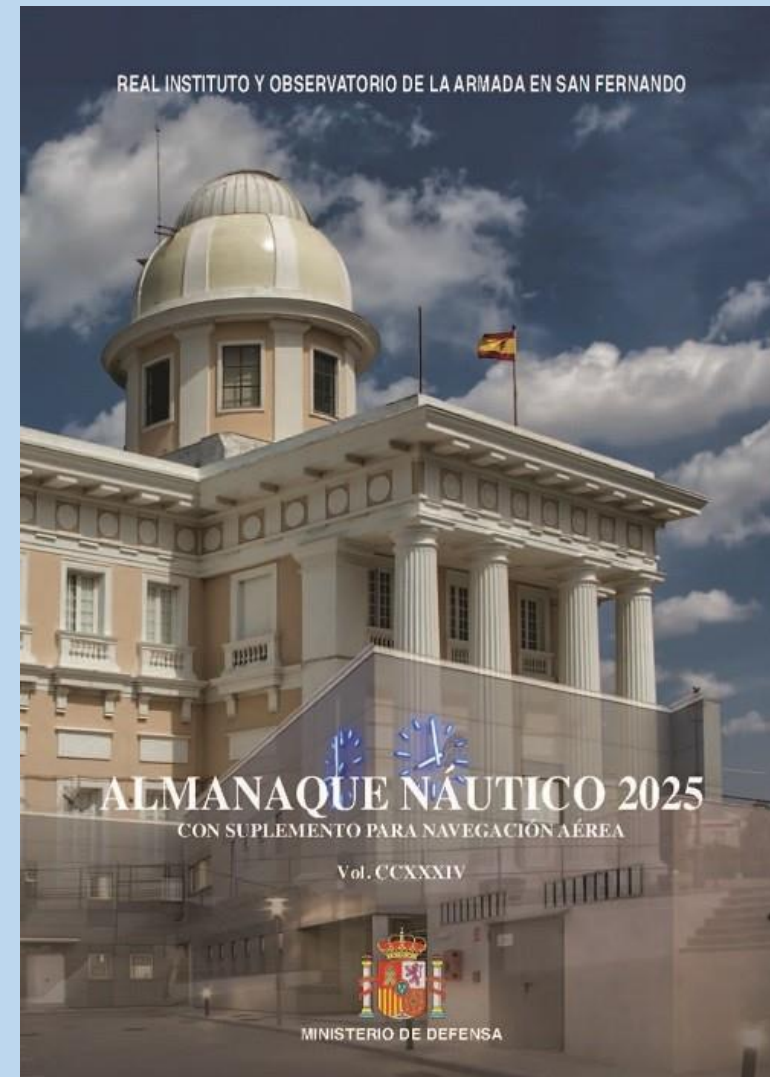
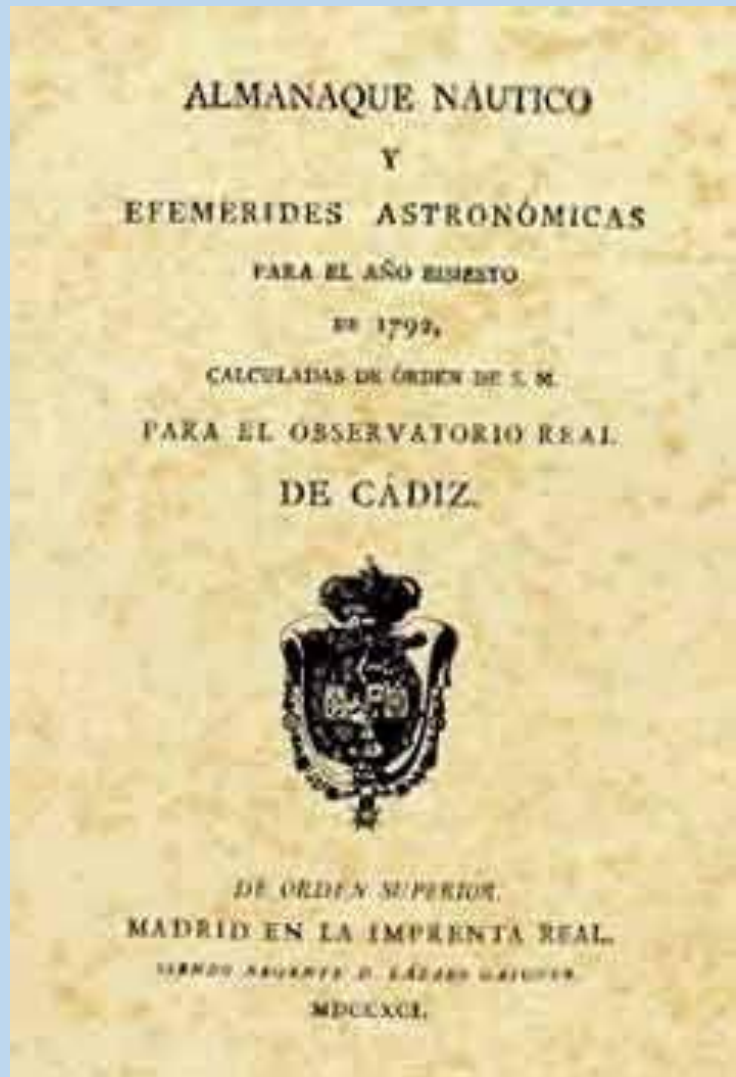
Filtros



Espejo Fijo
semitransparente

B
VATORIO
ARMADA

El Almanaque Náutico (1)



El Almanaque Náutico (2)

- Proporciona información sobre astros útiles para navegación astronómica **para cada día del año** durante un año completo:
 - Horas de Orto / Ocaso / Crepúsculos / Pasos por el Meridiano.
 - Coordenadas de posición: Ángulo Horario / Declinación / Ángulo Sidéreo.
 - Referencias espacial y temporal:
 - Meridiano de Greenwich.
 - Tiempo Universal Coordinado (UT/UTC).
 - Punto de Aries Υ .
 - Correcciones a las alturas observadas (refracción, semidiámetro, paralaje ...)
 - Fases de la luna, comienzo de estaciones, eclipses, calendarios ...
- Divide a los astros observables en 2 grupos:
 - Astros con movimiento relativo anual en la esfera celeste: Sol, Luna y Planetas más el Punto de Aries Υ . Página diaria. [Horario en Greenwich y Declinación.](#)
 - Astros que se consideran fijos sobre la esfera celeste: Estrellas. [Ángulo Sidéreo y Declinación.](#)

UT	SOL						LUNA						Latitud	Principio del crepúsculo	Salida de Sol	Salida de Luna	Puesta de Luna		
	SD: 15.8'		PMG: 12 ^h 06.0 ^m		SD: 15.0'		PMG: 21 ^h 11 ^m		4 ^h : 55.1'		12 ^h : 55.3'							20 ^h : 55.5'	
	hG ☉	Dec	hG ☾	Dif	Dec	Dif	Náutico	Civil	h m	R ^o	h m	R ^o							
0	178 29.1	+16 57.3	53 46.4	87	-28 18.6	19 00 N	1 09	2 53	3 51	19 51	27	22 32	88						
1	193 29.2	56.6	68 14.1	87	20.5	19 58	1 51	3 11	4 02	19 10	36	23 14	88						
2	208 29.2	55.9	82 41.8	87	22.3	18 56	2 16	25	12	18 41	41	23 42	73						
3	223 29.3	55.2	97 09.5	87	24.0	17 54	3 38	37	21	19 44	45	24 07	58						
4	238 29.3	54.5	111 37.1	86	25.5	15 52	2 54	48	28	18 01	45	24 31	43						
5	253 29.4	+16 53.9	126 04.6	85	-28 26.8	13 50	3 08	3 57	4 33	17 46	46	24 55	28						
6	268 29.5	+16 53.2	140 32.1	85	-28 28.0	12 45	3 35	4 17	4 50	17 15	48	0 14	54						
7	283 29.5	52.5	154 59.6	85	29.1	11 40	3 56	32	5 02	16 51	50	38	54						
8	298 29.6	51.8	169 27.1	85	30.0	9 35	4 12	45	13	15 58	51	0 38	54						
9	313 29.7	51.1	183 54.5	84	30.7	7 30	4 25	4 56	22	15 14	52	1 14	54						
10	328 29.7	50.5	198 21.8	83	31.3	5 20	4 46	5 14	37	14 25	53	1 43	54						
11	343 29.8	+16 49.8	212 49.1	83	-28 31.8	3 10 N	5 02	5 28	5 50	15 21	54	2 07	55						
12	358 29.9	+16 49.1	227 16.4	83	-28 32.1	1 0	5 16	5 41	6 03	14 58	55	2 30	54						
13	13 29.9	48.4	241 43.7	83	32.3	2 10 S	28	5 53	15	13 56	56	2 52	55						
14	28 30.0	47.7	256 10.9	82	32.3	2 20	38	6 05	28	14 10	57	3 17	54						
15	43 30.1	47.0	270 38.1	82	32.1	2 30	49	17	42	13 42	57	3 45	54						
16	58 30.1	46.4	285 05.2	81	31.8	2 35	54	24	6 51	25	58	4 02	54						
17	73 30.2	+16 45.7	299 32.4	82	-28 31.4	4 40	5 59	6 32	7 00	13 05	59	4 22	53						
18	88 30.3	+16 45.0	313 59.5	81	-28 30.8	6 45	6 05	6 40	7 12	12 41	60	4 46	53						
19	103 30.4	44.3	328 26.6	80	30.0	8 50	11	50	25	12 11	60	5 16	52						
20	118 30.4	43.6	342 53.6	80	29.1	9 52	14	6 55	31	11 55	62	31	52						
21	133 30.5	42.9	357 20.6	80	28.0	11 54	17	7 00	38	11 37	63	5 49	51						
22	148 30.6	42.2	11 47.7	81	26.8	12 56	20	05	46	11 16	63	6 11	50						
23	163 30.6	41.6	26 14.7	80	25.4	14 58	23	11	7 55	10 48	66	6 38	49						
24	178 30.7	+16 40.9	40 41.6	79	-28 23.9	15 60 S	6 27	7 18	8 09	10 08	70	7 18	45						

UT	MERCURIO			VENUS			MARTE			JUPITER			SATURNO		
	Mag: -0.3			Mag: -4.0			Mag: +1.6			Mag: -1.9			Mag: +0.8		
	hG ☿	Dec	Dif	hG ♀	Dec	Dif	hG ♃	Dec	Dif	hG ♃	Dec	Dif	hG ♄	Dec	Dif
0	313 48.0	217 45.0	+22 00.6	134 42.0	+1 00.5	0 00.5	210 09.4	+22 46.2	311 28.3	-1 35.8	326 30.8	-1 35.8			
1	328 50.5	232 44.4	00.6	149 43.1	+0 59.8	0 00.5	225 11.3	46.2	326 30.8	-1 35.8	341 33.4	-1 35.8			
2	343 53.0	247 43.7	00.6	164 44.2	+0 59.2	0 00.5	240 13.2	46.1	341 33.4	-1 35.8	356 35.9	-1 35.9			
3	358 55.4	262 43.0	00.6	179 45.2	+0 58.5	0 00.5	255 15.1	46.1	356 35.9	-1 35.9	371 38.4	-1 36.0			
4	13 57.9	277 42.3	00.6	194 46.3	+0 57.9	0 00.5	270 17.0	46.0	371 38.4	-1 36.0	386 41.0	-1 36.0			
5	29 00.4	292 41.7	+22 00.6	209 47.3	+0 57.2	0 00.5	285 18.9	+22 46.0	386 41.0	-1 36.0	401 43.5	-1 36.1			
6	44 02.8	307 41.0	+22 00.6	224 48.4	+0 56.6	0 00.5	300 20.8	+22 45.9	401 43.5	-1 36.0	416 46.1	-1 36.1			
7	59 05.3	322 40.3	00.6	239 49.4	+0 56.0	0 00.5	315 22.7	45.9	416 46.1	-1 36.1	431 48.6	-1 36.1			
8	74 07.7	337 39.6	00.6	254 50.5	+0 55.3	0 00.5	330 24.6	45.8	431 48.6	-1 36.1	446 51.2	-1 36.2			
9	89 10.2	352 38.9	00.6	269 51.5	+0 54.7	0 00.5	345 26.5	45.8	446 51.2	-1 36.2	461 53.7	-1 36.2			
10	104 12.7	7 38.3	00.6	284 52.6	+0 54.0	0 00.5	0 28.4	45.7	461 53.7	-1 36.2	476 56.3	-1 36.3			
11	119 15.1	22 37.6	+22 00.6	299 53.6	+0 53.4	0 00.5	15 30.3	+22 45.7	476 56.3	-1 36.3	491 58.8	-1 36.3			
12	134 17.6	37 36.9	+22 00.6	314 54.7	+0 52.7	0 00.5	30 32.2	+22 45.7	491 58.8	-1 36.3	506 61.4	-1 36.4			
13	149 20.1	52 36.2	00.6	329 55.7	+0 52.1	0 00.5	45 34.1	45.6	506 61.4	-1 36.4	521 63.9	-1 36.4			
14	164 22.5	67 35.6	00.6	344 56.8	+0 51.4	0 00.5	60 35.9	45.6	521 63.9	-1 36.4	536 66.5	-1 36.5			
15	179 25.0	82 34.9	00.6	359 57.8	+0 50.8	0 00.5	75 37.8	45.5	536 66.5	-1 36.5	551 69.0	-1 36.5			
16	194 27.5	97 34.2	00.6	14 58.9	+0 50.1	0 00.5	90 39.7	45.5	551 69.0	-1 36.5	566 71.6	-1 36.5			
17	209 29.9	112 33.5	+22 00.6	29 59.9	+0 49.5	0 00.5	105 41.6	+22 45.4	566 71.6	-1 36.5	581 74.1	-1 36.6			
18	224 32.4	127 32.8	+22 00.6	45 01.0	+0 48.9	0 00.5	120 43.5	+22 45.4	581 74.1	-1 36.6	596 76.7	-1 36.6			
19	239 34.9	142 32.2	00.6	60 02.0	+0 48.2	0 00.5	135 45.4	45.3	596 76.7	-1 36.6	611 79.2	-1 36.7			
20	254 37.3	157 31.5	00.5	75 03.1	+0 47.6	0 00.5	150 47.3	45.3	611 79.2	-1 36.7	626 81.8	-1 36.7			
21	269 39.8	172 30.8	00.5	90 04.1	+0 46.9	0 00.5	165 49.2	45.2	626 81.8	-1 36.7	641 84.3	-1 36.8			
22	284 42.2	187 30.1	00.5	105 05.2	+0 46.3	0 00.5	180 51.1	45.2	641 84.3	-1 36.8	656 86.9	-1 36.8			
23	299 44.7	202 29.4	00.5	120 06.3	+0 45.6	0 00.5	195 53.0	45.1	656 86.9	-1 36.8	671 89.4	-1 36.9			
24	314 47.2	217 28.8	+22 00.5	135 07.3	+0 45.0	0 00.5	210 54.9	+22 45.1	671 89.4	-1 36.9	686 92.0	-1 36.9			

El Almanaque Náutico (3)

Página Principal (diaria)

1. Día del Año
2. SOL ☉, Semidiámetro ☉ - PMG ☉:
UT (hrs. exactas) – HG ☉ – Declinación ☉
3. SOL ☉:
Latitud – Orto/Ocaso –
Inicio/Fin Crepúsculo Civil – Náutico
4. Luna ☾ ...
5. Aries ♈, PMG ♈:
UT (hrs. exactas) – HG ♈
6. Marte ♂, magnitud, PMG ♂:
UT (hrs. exactas) – HG ♂ – Declinación ♂

30 ^m	Sol y planetas	Aries	Luna	DiL	Correc.	31 ^m	Sol y planetas	Aries	Luna	DiL	Correc.
0	7 30.0	7 31.2	7 10.5	0	0.0	0	7 45.0	7 46.3	7 23.8	0	0.0
1	7 30.3	7 31.5	7 10.7	1	0.2	1	7 45.3	7 46.5	7 24.1	1	0.2
2	7 30.5	7 31.7	7 10.9	2	0.3	2	7 45.5	7 46.8	7 24.3	2	0.3
3	7 30.8	7 32.0	7 11.2	3	0.5	3	7 45.8	7 47.0	7 24.5	3	0.5
4	7 31.0	7 32.2	7 11.4	4	0.6	4	7 46.0	7 47.3	7 24.8	4	0.6
5	7 31.3	7 32.5	7 11.6	5	0.8	5	7 46.3	7 47.5	7 25.0	5	0.8
6	7 31.5	7 32.7	7 11.8	6	0.9	6	7 46.5	7 47.8	7 25.2	6	0.9
7	7 31.8	7 33.0	7 12.0	7	1.1	7	7 46.8	7 48.0	7 25.5	7	1.1
8	7 32.0	7 33.2	7 12.2	8	1.2	8	7 47.0	7 48.3	7 25.7	8	1.3
9	7 32.3	7 33.5	7 12.4	9	1.4	9	7 47.3	7 48.5	7 26.0	9	1.4
10	7 32.5	7 33.7	7 12.6	10	1.5	10	7 47.5	7 48.8	7 26.2	10	1.6
11	7 32.8	7 34.0	7 12.8	11	1.7	11	7 47.8	7 49.0	7 26.4	11	1.7
12	7 33.0	7 34.2	7 13.0	12	1.8	12	7 48.0	7 49.3	7 26.7	12	1.9
13	7 33.3	7 34.5	7 13.2	13	2.0	13	7 48.3	7 49.5	7 26.9	13	2.0
14	7 33.5	7 34.7	7 13.4	14	2.1	14	7 48.5	7 49.8	7 27.2	14	2.2
15	7 33.8	7 35.0	7 13.6	15	2.3	15	7 48.8	7 50.0	7 27.4	15	2.4
16	7 34.0	7 35.2	7 13.8	16	2.4	16	7 49.0	7 50.3	7 27.6	16	2.5
17	7 34.3	7 35.5	7 14.0	17	2.6	17	7 49.3	7 50.5	7 27.9	17	2.7
18	7 34.5	7 35.7	7 14.2	18	2.7	18	7 49.5	7 50.8	7 28.1	18	2.8
19	7 34.8	7 36.0	7 14.4	19	2.9	19	7 49.8	7 51.0	7 28.4	19	3.0
20	7 35.0	7 36.2	7 14.6	20	3.1	20	7 50.0	7 51.3	7 28.6	20	3.2
21	7 35.3	7 36.5	7 14.8	21	3.2	21	7 50.3	7 51.5	7 28.8	21	3.3
22	7 35.5	7 36.7	7 15.0	22	3.4	22	7 50.5	7 51.8	7 29.1	22	3.5
23	7 35.8	7 37.0	7 15.2	23	3.5	23	7 50.8	7 52.0	7 29.3	23	3.6
24	7 36.0	7 37.2	7 15.4	24	3.7	24	7 51.0	7 52.3	7 29.5	24	3.8
25	7 36.3	7 37.5	7 15.6	25	3.8	25	7 51.3	7 52.5	7 29.8	25	3.9
26	7 36.5	7 37.7	7 15.8	26	4.0	26	7 51.5	7 52.8	7 30.0	26	4.1
27	7 36.8	7 38.0	7 16.0	27	4.1	27	7 51.8	7 53.0	7 30.3	27	4.3
28	7 37.0	7 38.3	7 16.2	28	4.3	28	7 52.0	7 53.3	7 30.5	28	4.4
29	7 37.3	7 38.5	7 16.4	29	4.4	29	7 52.3	7 53.5	7 30.7	29	4.6
30	7 37.5	7 38.8	7 16.6	30	4.6	30	7 52.5	7 53.8	7 31.0	30	4.7
31	7 37.8	7 39.0	7 16.8	31	4.7	31	7 52.8	7 54.0	7 31.2	31	4.9
32	7 38.0	7 39.3	7 17.0	32	4.9	32	7 53.0	7 54.3	7 31.5	32	5.0
33	7 38.3	7 39.5	7 17.2	33	5.0	33	7 53.3	7 54.5	7 31.7	33	5.2
34	7 38.5	7 39.8	7 17.4	34	5.2	34	7 53.5	7 54.8	7 31.9	34	5.4
35	7 38.8	7 40.0	7 17.6	35	5.3	35	7 53.8	7 55.0	7 32.2	35	5.5
36	7 39.0	7 40.3	7 17.8	36	5.5	36	7 54.0	7 55.3	7 32.4	36	5.7
37	7 39.3	7 40.5	7 18.0	37	5.6	37	7 54.3	7 55.5	7 32.6	37	5.8
38	7 39.5	7 40.8	7 18.2	38	5.8	38	7 54.5	7 55.8	7 32.9	38	6.0
39	7 39.8	7 41.0	7 18.4	39	5.9	39	7 54.8	7 56.0	7 33.1	39	6.1
40	7 40.0	7 41.3	7 18.6	40	6.1	40	7 55.0	7 56.3	7 33.4	40	6.3
41	7 40.3	7 41.5	7 18.8	41	6.3	41	7 55.3	7 56.6	7 33.6	41	6.5
42	7 40.5	7 41.8	7 19.0	42	6.4	42	7 55.5	7 56.8	7 33.8	42	6.6
43	7 40.8	7 42.0	7 19.2	43	6.6	43	7 55.8	7 57.1	7 34.1	43	6.8
44	7 41.0	7 42.3	7 19.4	44	6.7	44	7 56.0	7 57.3	7 34.3	44	6.9
45	7 41.3	7 42.5	7 19.6	45	6.9	45	7 56.3	7 57.6	7 34.6	45	7.1
46	7 41.5	7 42.8	7 19.8	46	7.0	46	7 56.5	7 57.8	7 34.8	46	7.2
47	7 41.8	7 43.0	7 20.0	47	7.2	47	7 56.8	7 58.1	7 35.0	47	7.4
48	7 42.0	7 43.3	7 20.2	48	7.3	48	7 57.0	7 58.3	7 35.3	48	7.6
49	7 42.3	7 43.5	7 20.4	49	7.5	49	7 57.3	7 58.6	7 35.5	49	7.7
50	7 42.5	7 43.8	7 20.6	50	7.6	50	7 57.5	7 58.8	7 35.7	50	7.9
51	7 42.8	7 44.0	7 20.8	51	7.8	51	7 57.8	7 59.1	7 36.0	51	8.0
52	7 43.0	7 44.3	7 21.0	52	7.9	52	7 58.0	7 59.3	7 36.2	52	8.2
53	7 43.3	7 44.5	7 21.2	53	8.1	53	7 58.3	7 59.6	7 36.5	53	8.3
54	7 43.5	7 44.8	7 21.4	54	8.2	54	7 58.5	7 59.8	7 36.7	54	8.5
55	7 43.8	7 45.0	7 21.6	55	8.4	55	7 58.8	8 0.1	7 36.9	55	8.7
56	7 44.0	7 45.3	7 21.8	56	8.5	56	7 59.0	8 0.3	7 37.2	56	8.8
57	7 44.3	7 45.5	7 22.0	57	8.7	57	7 59.3	8 0.6	7 37.4	57	9.0
58	7 44.5	7 45.8	7 22.2	58	8.8	58	7 59.5	8 0.8	7 37.7	58	9.1
59	7 44.8	7 46.0	7 22.4	59	9.0	59	7 59.8	8 1.1	7 37.9	59	9.3
60	7 45.0	7 46.3	7 22.6	60	9.2	60	8 0.0	8 1.3	7 38.1	60	9.5

El Almanaque Náutico (4)

Página de Correcciones por minutos y segundos de UT al HG de ☉, ☾, ♀ y planetas

Ejemplo: para el HG ♀ por 30 minutos y 15 segundos la corrección a sumar a las horas exactas sería de 7° 35,0'

A.S.*

Nº	NOMBRE	Mag	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
51 - μ Velorum		2.8	198	2.0	1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.4	2.2	1.9	1.6
52 - ν Hydrae		3.1	197	16.9	16.7	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	16.9	16.8	16.5	16.3
53 - β UMa. Merak		2.4	194	9.4	9.1	9.0	9.1	9.2	9.4	9.6	9.7	9.6	9.5	9.1
54 - α UMa. Dubhe		1.8	193	40.5	40.2	40.1	40.2	40.4	40.6	40.8	40.9	40.9	40.7	40.4
55 - β Leo. Denebola		2.1	182	24.8	24.6	24.5	24.5	24.6	24.6	24.7	24.7	24.6	24.4	24.2
56 - γ Crv. Gienah		2.6	175	43.5	43.2	43.1	43.1	43.1	43.2	43.2	43.3	43.3	43.1	42.9
57 - α Cru. Acrux		1.3	172	59.9	59.5	59.3	59.3	59.4	59.6	59.8	60.1	60.2	59.9	59.4
58 - γ Cru. Gacrux		+1.6	171	51.5	51.2	51.0	50.9	51.0	51.1	51.3	51.5	51.6	51.3	51.0
59 - γ Cen. Muhlifain		2.4	169	16.4	16.1	15.9	15.9	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.1	15.8
60 - β Cru. Mimoso		1.3	167	42.1	41.7	41.5	41.4	41.4	41.6	41.8	42.0	42.2	42.1	41.9
61 - ϵ UMa. Aliaih		1.8	166	12.8	12.5	12.3	12.2	12.3	12.4	12.6	12.8	13.0	12.9	12.8
62 - α CVn. CorCaroli		2.9	165	41.9	41.6	41.4	41.4	41.4	41.5	41.6	41.7	41.8	41.7	41.4
63 - ϵ Vir. Vindemiatrix		2.8	164	8.6	8.3	8.2	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.3	8.0
64 - ζ UMa. Migar		2.3	158	45.8	45.5	45.2	45.2	45.2	45.3	45.5	45.7	45.9	45.9	45.8
65 - α Vir. Spica		1.0	158	22.3	22.0	21.9	21.8	21.7	21.8	21.8	21.9	22.0	22.0	21.9
66 - η UMa. Alkaid		1.9	152	52.0	51.7	51.5	51.3	51.4	51.6	51.8	51.9	52.0	51.9	51.7
67 - β Cen. Hadar		0.6	148	36.1	35.7	35.3	35.1	35.0	35.1	35.3	35.5	35.7	35.8	35.3
68 - θ Cen. Menken		2.1	147	57.7	57.4	57.2	57.0	56.9	57.0	57.2	57.3	57.3	57.2	57.0
69 - α Boo. Arcurus		0.0	145	47.9	47.7	47.5	47.4	47.3	47.4	47.4	47.5	47.6	47.7	47.6
70 - α Cen. Rigel Kev		0.0	139	40.6	40.1	39.8	39.5	39.4	39.5	39.6	39.9	40.1	40.2	39.9
71 - α Lib. Zubenelgenubi		2.8	136	56.1	55.8	55.6	55.5	55.4	55.4	55.5	55.6	55.6	55.6	55.4
72 - β UMi. Kochab		2.1	137	20.2	19.5	19.0	18.6	18.6	18.9	19.3	19.9	20.5	20.8	21.0
73 - β Lib. Zubeneshamali		2.6	130	24.8	24.5	24.3	24.2	24.0	24.0	24.0	24.1	24.2	24.3	24.1
74 - α CrB. Alphecca		2.2	126	3.9	3.6	3.4	3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.4
75 - α Ser. Unukalhai		2.7	123	37.6	37.4	37.2	37.0	36.9	36.8	36.8	36.9	37.0	37.1	37.0
76 - α Sco. Anares		+1.4	112	16.1	15.8	15.6	15.3	15.2	15.0	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4
77 - α Tra. Arria		1.9	107	10.7	10.2	9.6	9.0	8.6	8.4	8.4	8.7	9.0	9.3	9.5
78 - ϵ Scorpii		2.3	107	3.5	3.2	2.9	2.7	2.5	2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
79 - η Oph. Sabik		2.6	102	3.0	2.8	2.6	2.3	2.2	2.0	2.0	2.2	2.3	2.3	2.3
80 - α Her. Rasalgethi		3.5	101	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.5	2.6	2.8	2.8	2.8
81 - λ Sco. Shaula		1.6	96	10.7	10.4	10.2	9.9	9.6	9.5	9.4	9.4	9.6	9.7	9.8
82 - α Oph. Rasalhague		2.1	95	58.8	58.6	58.4	58.2	58.0	57.9	57.8	57.9	58.0	58.1	58.2
83 - θ Scorpii		1.9	95	13.6	13.3	13.0	12.7	12.4	12.2	12.2	12.4	12.5	12.6	12.6
84 - γ Dra. Eltanin		2.2	90	42.7	42.4	42.2	41.9	41.6	41.5	41.5	41.6	41.9	42.1	42.3
85 - ϵ Sgr. Kaus Australis		1.9	83	32.9	32.6	32.4	32.1	31.9	31.6	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9
86 - α Lyr. Vega		0.0	80	33.6	33.5	33.2	33.0	32.7	32.6	32.5	32.6	32.7	32.9	33.1
87 - σ Sgr. Nunki		2.0	75	48.1	47.9	47.7	47.4	47.2	47.0	46.8	46.8	46.9	47.0	47.2
88 - α Aql. Altair		0.8	61	60.3	60.2	60.0	59.8	59.5	59.3	59.2	59.2	59.2	59.3	59.4
89 - γ Cyg. Sadr		2.2	54	13.6	13.5	13.3	13.1	12.8	12.6	12.4	12.4	12.5	12.6	13.0
90 - α Pav. Peacock		1.9	53	6.3	6.1	5.9	5.5	5.1	4.7	4.4	4.3	4.4	4.6	5.0
91 - α Cyg. Deneb		1.3	49	26.3	26.2	26.0	25.8	25.5	25.2	25.1	25.0	25.1	25.3	25.5
92 - α Cep. Alderamin		2.4	40	13.2	13.3	13.1	12.8	12.4	12.0	11.7	11.7	11.8	12.0	12.3
93 - ϵ Peg. Enif		+2.1	33	39.1	39.0	38.9	38.8	38.5	38.3	38.1	38.0	38.0	38.1	38.2
94 - δ Cap. DenebAlgedi		2.9	32	53.9	53.9	53.8	53.6	53.4	53.1	52.9	52.8	52.8	52.9	53.0
95 - α Gru. AlNa'ir		1.7	27	33.2	33.2	33.1	32.9	32.6	32.3	32.0	31.8	31.7	31.8	32.0
96 - β Gruis		+2.1	18	57.9	57.9	57.9	57.7	57.4	57.1	56.8	56.6	56.5	56.7	56.8
97 - α PsA. Fomalhaut		1.2	15	14.7	14.7	14.7	14.5	14.3	14.0	13.8	13.6	13.5	13.5	13.7
98 - β Peg. Scheat		+2.4	13	45.4	45.5	45.4	45.3	45.1	44.8	44.6	44.4	44.3	44.3	44.5
99 - α Peg. Markab		2.5	13	30.1	30.1	30.1	29.8	29.5	29.3	29.1	29.0	29.0	29.1	29.2

* Estrella de magnitud variable. Se presenta el valor promedio.

El

Almanaque Náutico (5)

Estrellas: Magnitud, Mes del año:

Ángulo Sidéreo y Declinación

DECLINACION

Nº	NOMBRE	Mag	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
51 - μ Velorum		2.8	-49	33.0	33.2	33.3	33.5	33.5	33.5	33.4	33.2	33.1	33.1	33.2
52 - ν Hydrae		3.1	-16	19.5	19.6	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.6	19.5	19.6	19.7
53 - β UMa. Merak		2.4	+56	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.0	15.0	14.9	14.7	14.5	14.4
54 - α UMa. Dubhe		1.8	+61	36.7	36.7	36.9	37.0	37.1	37.1	37.0	36.9	36.7	36.6	36.4
55 - β Leo. Denebola		2.1	+14	25.8	25.7	25.7	25.8	25.8	25.8	25.7	25.9	25.8	25.7	25.6
56 - γ Crv. Gienah		2.6	-17	40.8	40.9	41.0	41.1	41.1	41.1	41.1	41.0	41.0	41.0	41.1
57 - α Cru. Acrux		1.3	-63	14.0	14.2	14.3	14.5	14.6	14.7	14.7	14.6	14.5	14.4	14.3
58 - γ Cru. Gacrux		+1.6	-57	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6	15.6	15.6	15.5	15.3	15.2
59 - γ Cen. Muhlifain		2.4	-49	5.6	5.8	5.9	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.1	6.0	5.9
60 - β Cru. Mimoso		1.3	-59	49.3	49.4	49.6	49.6	49.9	50.0	50.0	49.9	49.8	49.7	49.6
61 - ϵ UMa. Aliaih		1.8	+55	49.1	49.1	49.2	49.3	49.5	49.5	49.5	49.5	49.4	49.2	49.0
62 - α CVn. CorCaroli		2.9	+38	10.7	10.7	10.7	10.8	10.9	11.0	11.0	11.0	10.9	10.8	10.6
63 - ϵ Vir. Vindemiatrix		2.8	+10	49.3	49.3	49.2	49.3	49.3	49.4	49.4	49.4	49.0	49.3	49.2
64 - ζ UMa. Migar		2.3	+54	47.3	47.3	47.4	47.5	47.7	47.8	47.8	47.7	47.6	47.5	47.3
65 - α Vir. Spica		1.0	-11	17.5	17.6	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.8
66 - η UMa. Alkaid		1.9	+49	11.0	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.4	11.3	11.1	10.9
67 - β Cen. Hadar		0.6	-8	29.4	29.5	29.6	29.7	29.9	30.0	30.0	30.0	29.9	29.8	29.7
68 - θ Cen. Menken		2.1	-36	29.5	29.6	29.7	29.8	29.8	29.9	29.9	29.9	29.8	29.8	29.7
69 - α Boo. Arcurus		0.0	+19	2.9	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.0	2.9
70 - α Cen. Rigel Kev		0.0	-60	56.1	56.1	56.3	56.4	56.5	56.6	56.7	56.7	56.6	56.5	56.4
71 - α Lib. Zubenelgenubi		2.8	-16	8.7	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
72 - β UMi. Kochab		2.1	+74	2.8	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.3	3.2	3.0	2.8
73 - β Lib. Zubeneshamali		2.6	-9	28.5	28.6	28.7	28.7	28.7	28.7	28.6	28.6	28.6	28.6	28.7
74 - α CrB. Alphecca		2.2	+26	37.6	37.5	37.5	37.6	37.7	37.8	37.8	37.9	37.9	37.8	37.7
75 - α Ser. Unukalhai		2.7	+6	20.7	20.6	20.6	20.6	20.6	20.7	20.8	20.8	20.8	20.7	20.6
76 - α Sco. Anares		+1.4	-26	29.2	29.2	29.3	29.3	29.3	29.4	29.4	29.4	29.4	29.3	29.3
77 - α Tra. Arria		1.9	-69	4.1	4.1	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.6	4.7	4.6	4.5
78 - ϵ Scorpii		2.3	-34	20.2	20.3	20.3	20.3	20.4	20.4	20.5	20.5	20.5	20.4	20.4
79 - η Oph. Sabik		2.6	-15	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4
80 - α Her. Rasalgethi		3.5	+14	21.6	21.5	21.4	21.5	21.5	21.6	21.7	21.8	21.8	21.7	21.6
81 - λ Sco. Shaula		1.6	-37	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.3
82 - α Oph. Rasalhague		2.1	+12	32.4	32.3	32.2	32.3	32.3	32.4	32.5	32.6	32.6	32.6	32.5
83 - θ Scorpii		1.9	-43	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8
84 - γ Dra														

Las Tablas Náuticas

TABLAS NAUTICAS

REDACTADAS DE ORDEN DE LA SUPERIORIDAD

TABLAS RAPIDAS

PARA EL
CALCULO DE LA RECTA DE ALTURA

POR LOS
C. de N. MOREU CURBERA C. de N. MARTINEZ JIMENEZ

2. edición

MADRID - 1960

TABLAS PARA LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA

POR
FRANCISCO FERNÁNDEZ DE LA PUENTE Y GÓMEZ
CONTRALMIRANTE

(Tercera Edición)

SAN FERNANDO
IMPRESA DEL OBSERVATORIO DE MARINA
IMPRESO EN ESPAÑA - PRINTED IN SPAIN
DEPÓSITO LEGAL. CA. 792 - 1960
1970

Ignacio Barbudo Escobar

Tablas del Navegante

TABLAS

2013

2^a
Edición

Navegación Astronómica

Parte II. OBSERVACIÓN:

- Antes: Preparación
- Durante: Medición
- Después: Reducción

Observación Astronómica

Equipo de Observación

- Observación. Dos personas: Sextante y Cronómetro/Registro de mediciones.
 - Confección del MONO o diagrama de observación
 - Preparación del Sextante / Cronómetro / Carta Náutica
- Medición
 - A cada astro se le toman 4 o 5 alturas anotando la hora al segundo.
- Reducción de las observaciones:
 - Identificar los astros observados
 - Reducción de la observación de cada astro
 - Aplicar correcciones a las alturas observadas
- Determinante Punto Aproximado de cada astro: **Astro, Hora, SE, $\Delta\alpha$, AZ**
- Representar Rectas de Altura
- Obtener Situación

Fecha: 5 de agosto de 2025

Situación de Estima:

LAT: 42° 0.0' N

LONG: 12° 0.0' W

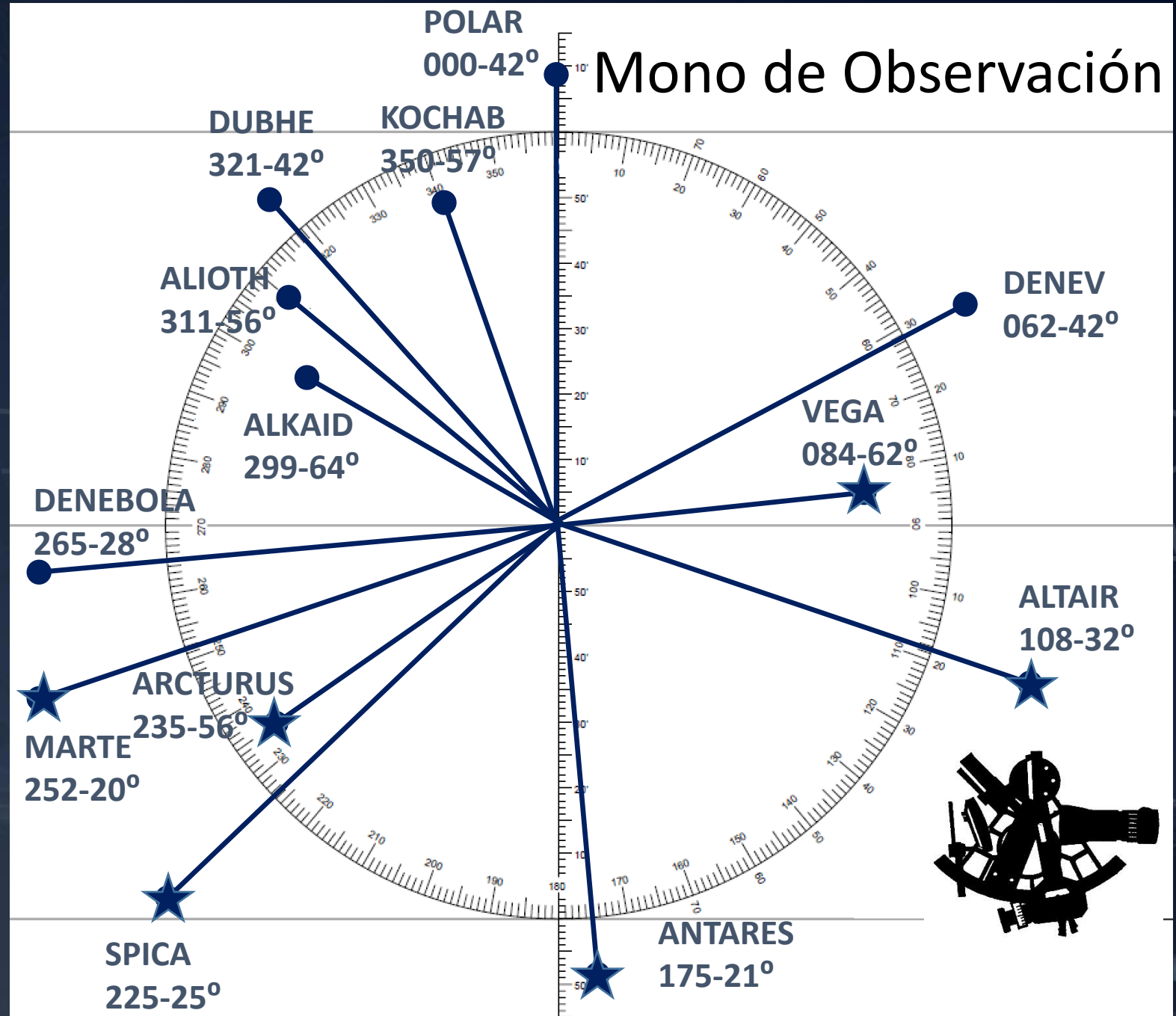
Hora Local del Ocaso: 19h 01m 39s

Hora Local del Crepúsculo:

Civil: 19h 32m

Náutico: 20h 11m

<u>ASTRO</u>	<u>ALT</u>	<u>AZ</u>	<u>MG</u>
Alkaid	64°	299	1.85
Altair	32°	108	0.77
Antares	21°	175	1.09
Arcturus	56°	236	-0.04
Deneb	42°	062	1.25
Denebola	28°	265	2.14
Dubhe	42°	321	1.87
Kochab	57°	350	2.08
Polar	42°	000	2.01
Spica	25°	225	1.00
Vega	62°	084	0.00
Marte	20°	252	-1.20



Fecha: 5 de agosto de 2025

Situación de Estima:

LAT: 42° 0.0' N

LONG: 12° 0.0' W

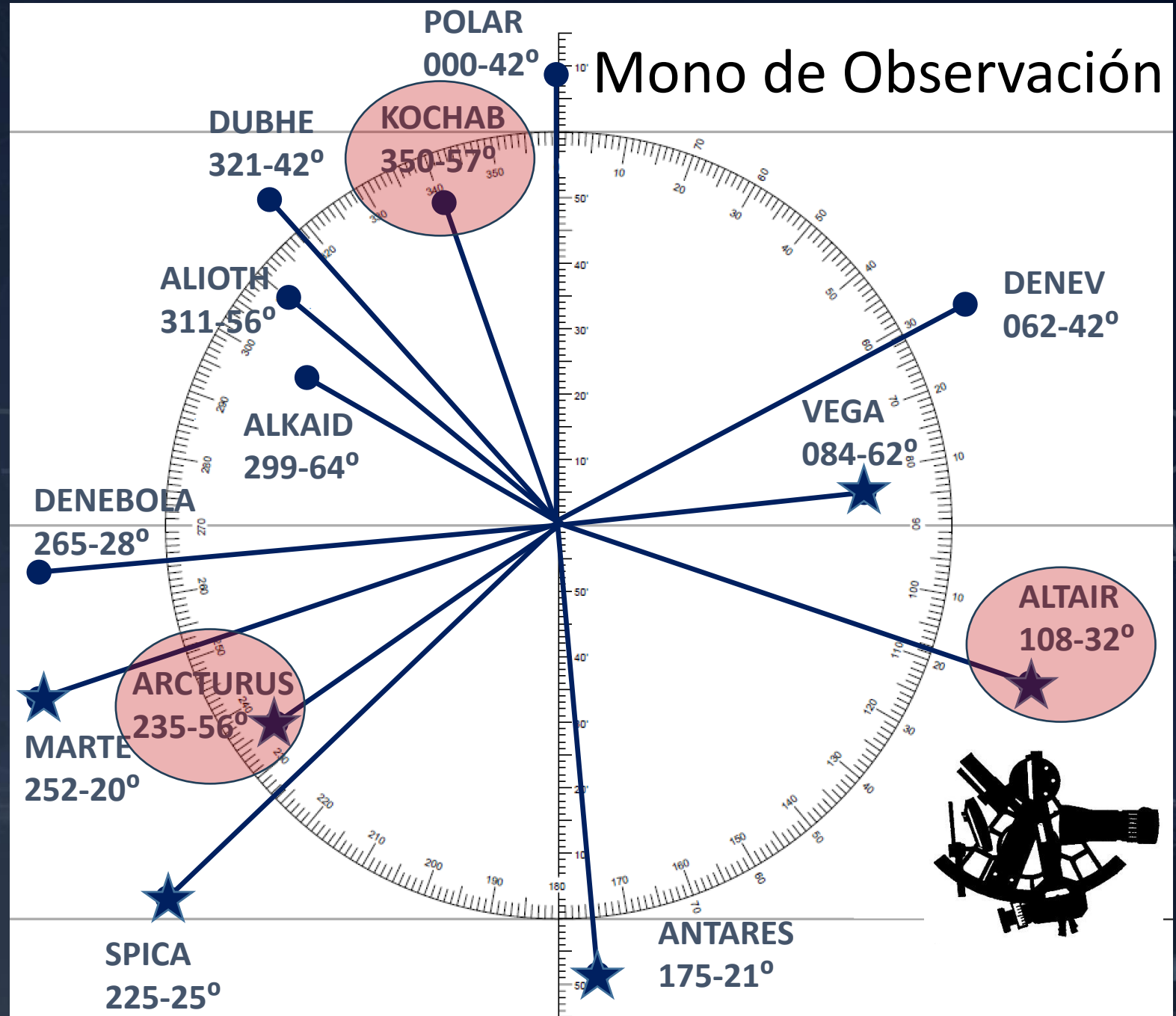
Hora Local del Ocaso: 19h 01m 39s

Hora Local del Crepúsculo:

Civil: 19h 32m

Náutico: 20h 11m

ASTRO	ALT	AZ	MG
Alkaid	64°	299	1.85
Altair	32°	108	0.77
Antares	21°	175	1.09
Arcturus	56°	236	-0.04
Deneb	42°	062	1.25
Denebola	28°	265	2.14
Dubhe	42°	321	1.87
Kochab	57°	350	2.08
Polar	42°	000	2.01
Spica	25°	225	1.00
Vega	62°	084	0.00
Marte	20°	252	-1.20



Fecha: 5 de agosto de 2025

Situación de Estima:

LAT: 42° 0.0' N

LONG: 12° 0.0' W

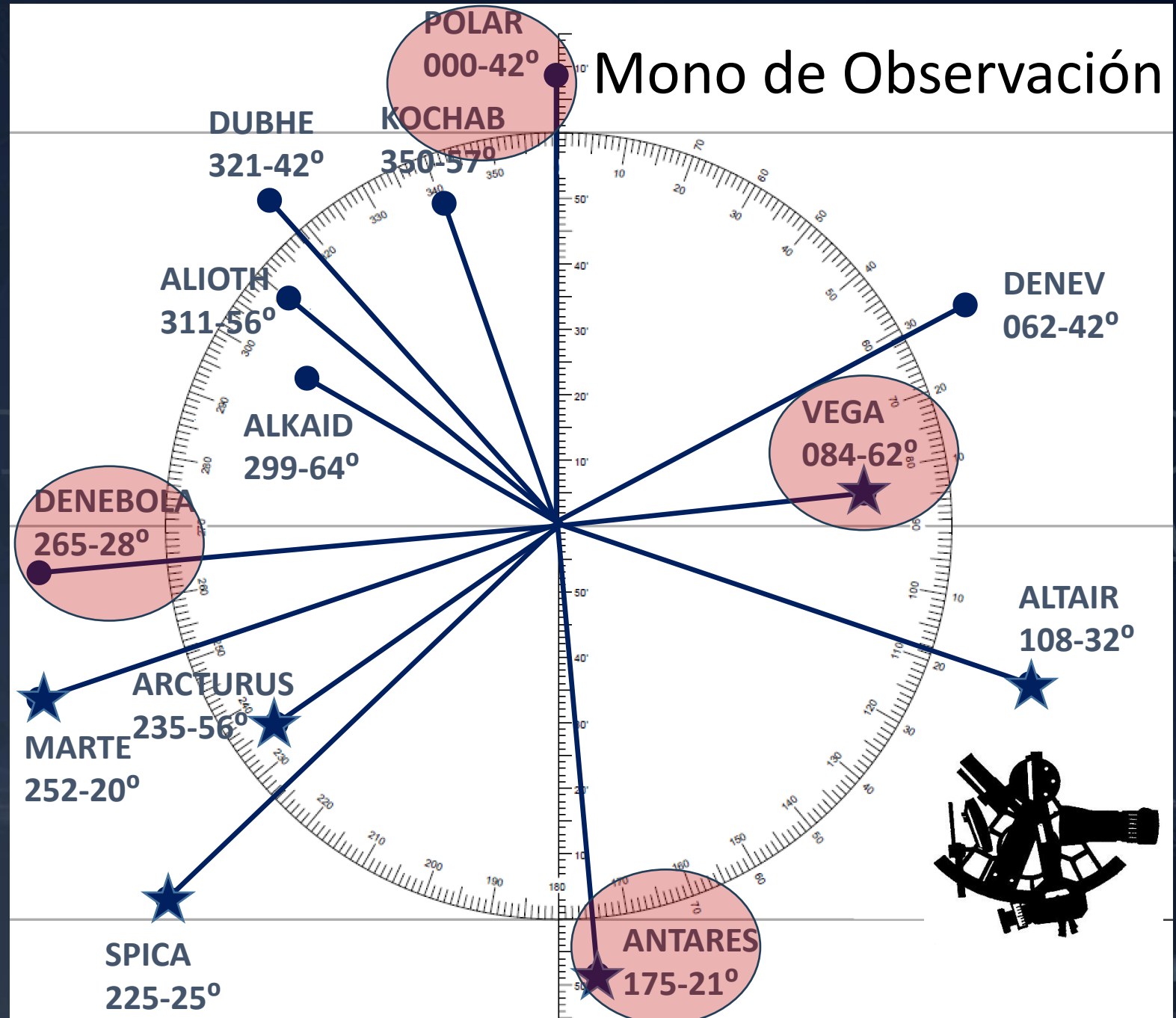
Hora Local del Ocaso: 19h 01m 39s

Hora Local del Crepúsculo:

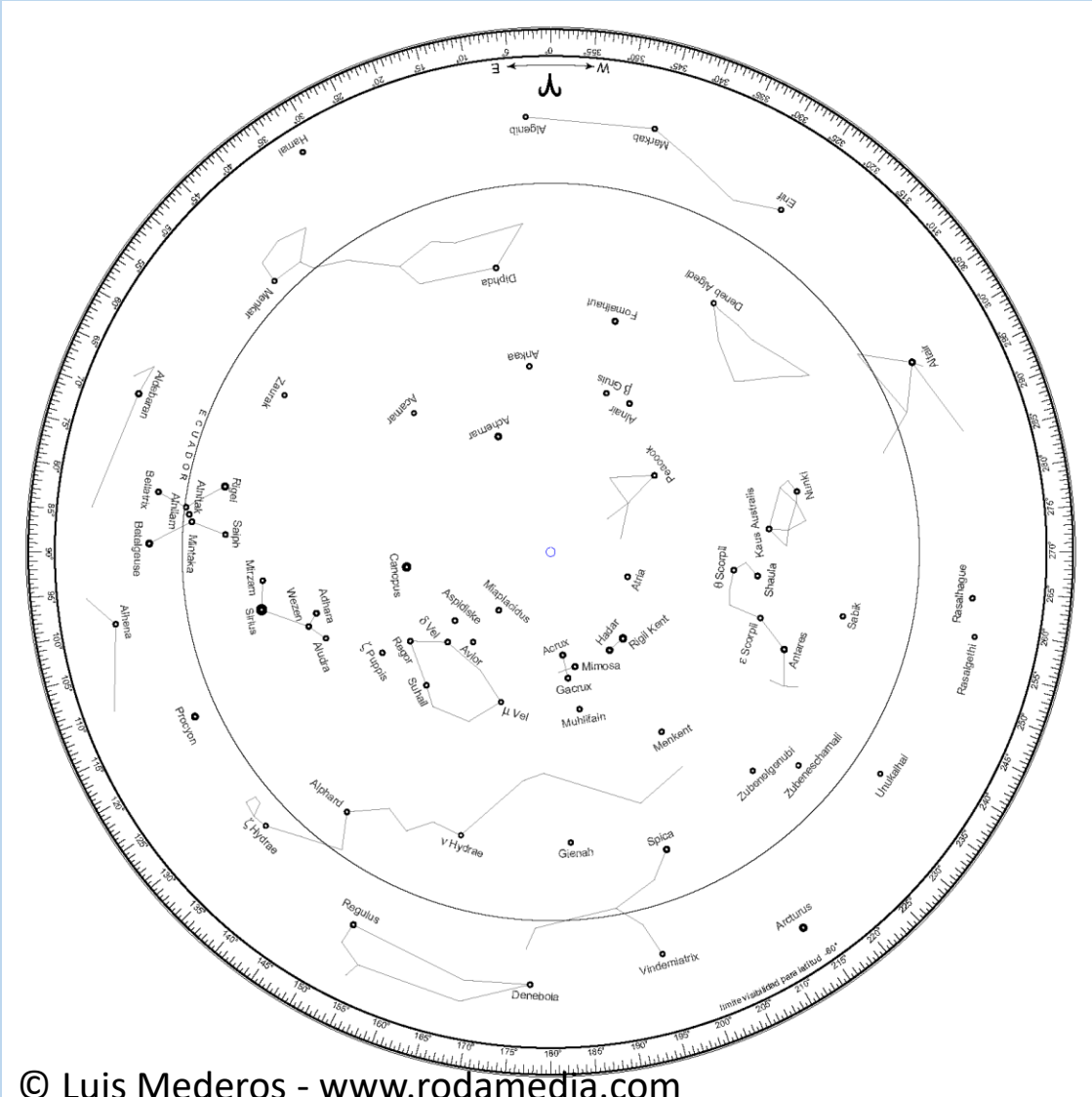
Civil: 19h 32m

Náutico: 20h 11m

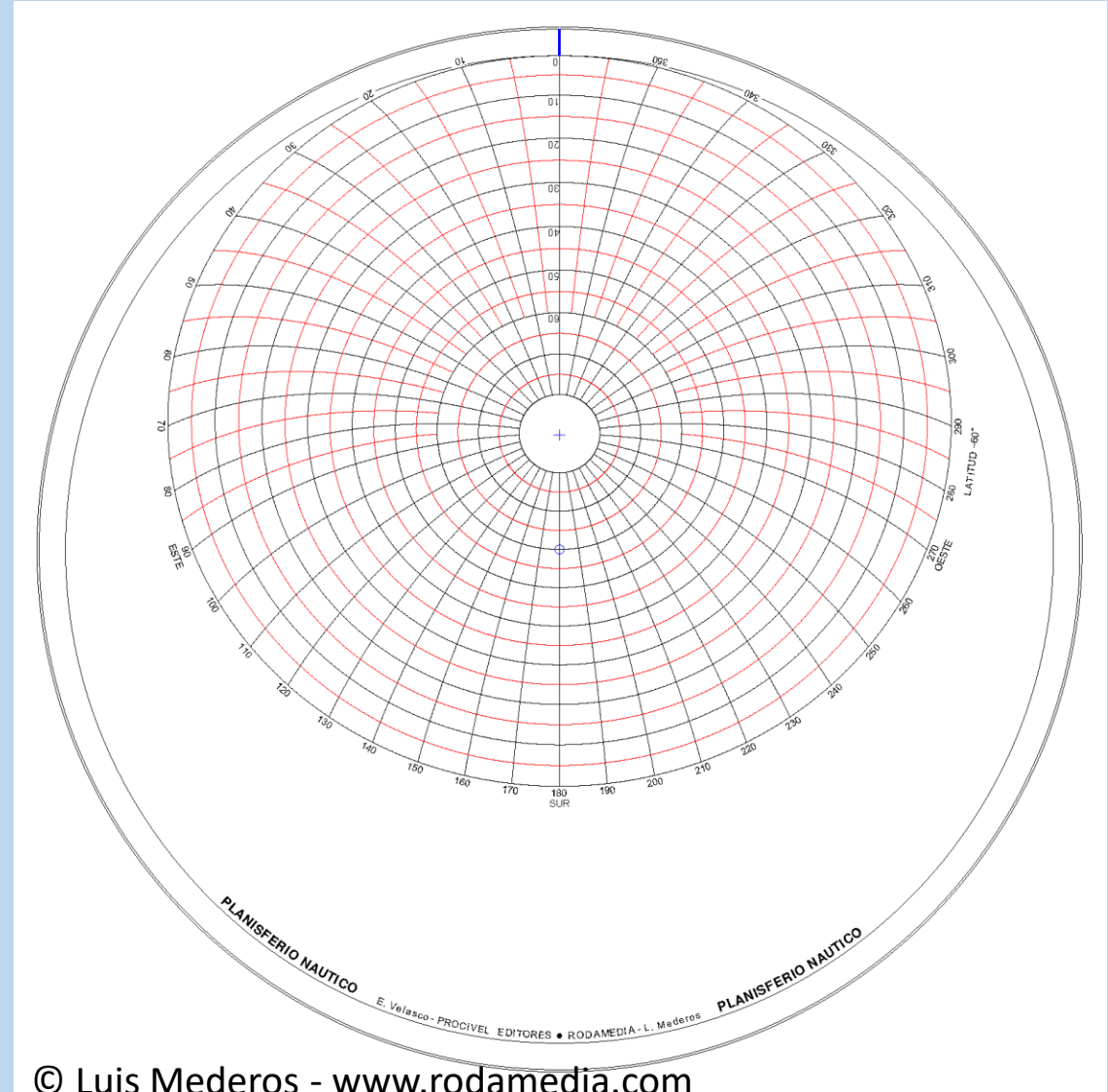
ASTRO	ALT	AZ	MG
Alkaid	64°	299	1.85
Altair	32°	108	0.77
Antares	21°	175	1.09
Arcturus	56°	236	-0.04
Deneb	42°	062	1.25
Denebola	28°	265	2.14
Dubhe	42°	321	1.87
Kochab	57°	350	2.08
Polar	42°	000	2.01
Spica	25°	225	1.00
Vega	62°	084	0.00
Marte	20°	252	-1.20



El Identificador de Estrellas (Lat 60 S)

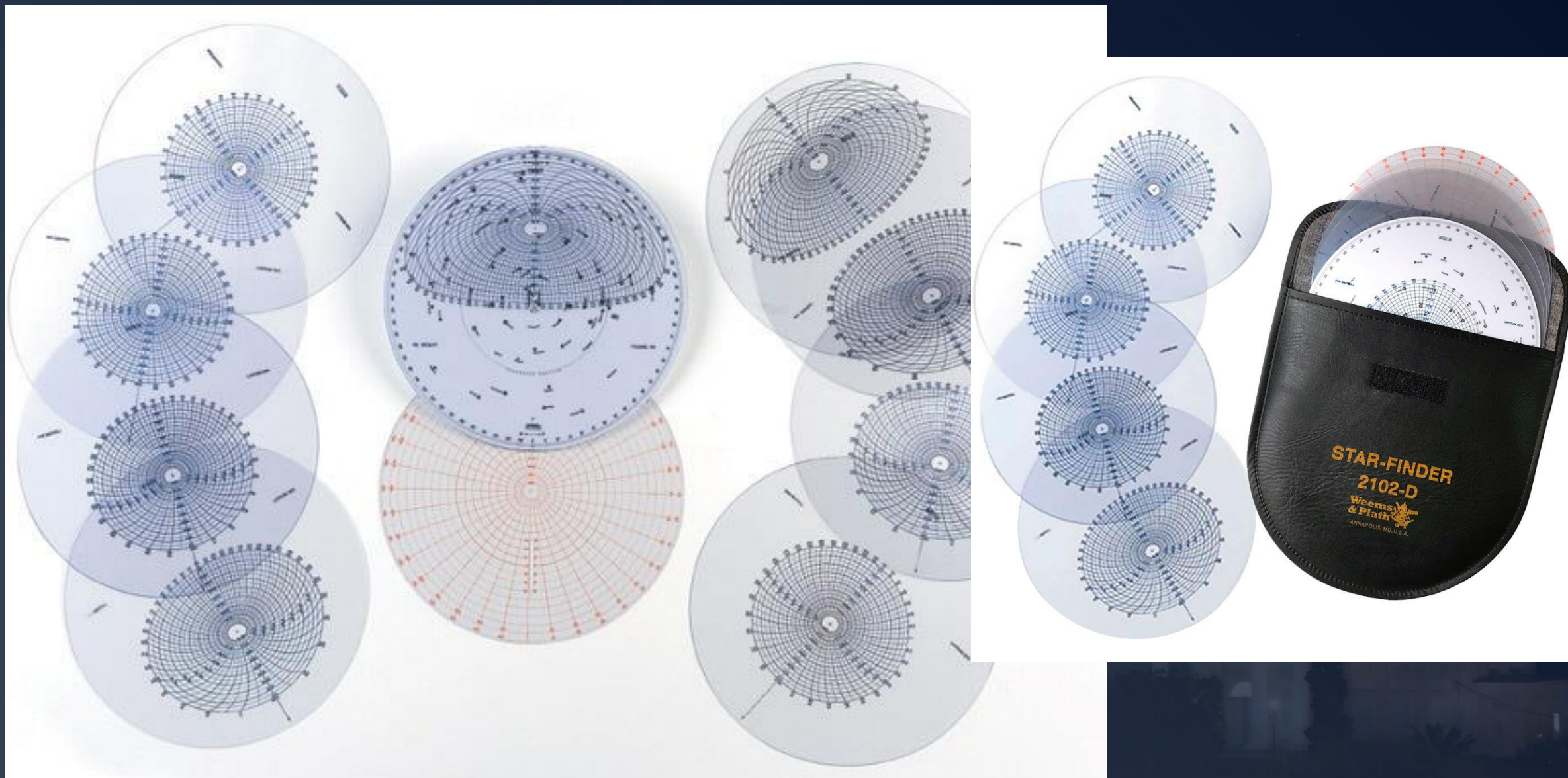


© Luis Mederos - www.rodamedia.com



© Luis Mederos - www.rodamedia.com

El Identificador de Estrellas



Carta Náutica

PROYECCIÓN MERCATOR

- Proyección geométrica cilíndrica
- Apropiada para la navegación
- Transformación conforme:
 - Conserva ángulos
- Los Meridianos y Paralelos son líneas rectas perpendiculares.
- Permite medir directamente:
 - Distancias (escala de latitudes)
 - Rumbos
 - Demoras / Azimuts
- Deforma las Áreas (latitudes altas)
- Las Ortodrómicas no son líneas rectas

CARTA NÁUTICA
PROYECCIÓN MERCATOR
LATITUD = 42° 00'

LATITUD

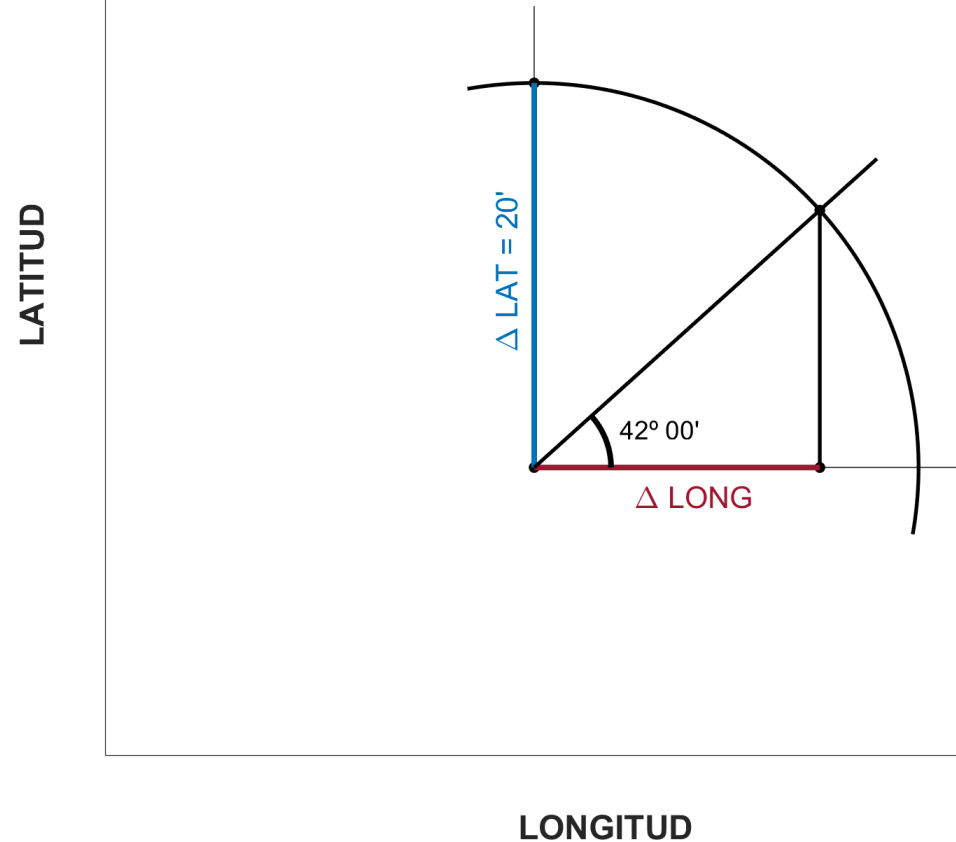
LONGITUD

Carta Náutica

PROYECCIÓN MERCATOR

- Proyección geométrica cilíndrica
- Apropiada para la navegación
- Transformación conforme:
 - Conserva ángulos
- Los Meridianos y Paralelos son líneas rectas perpendiculares.
- Permite medir directamente:
 - Distancias (escala de latitudes)
 - Rumbos
 - Demoras / Azimuts
- Deforma las Áreas (latitudes altas)
- Las Ortodrómicas no son líneas rectas

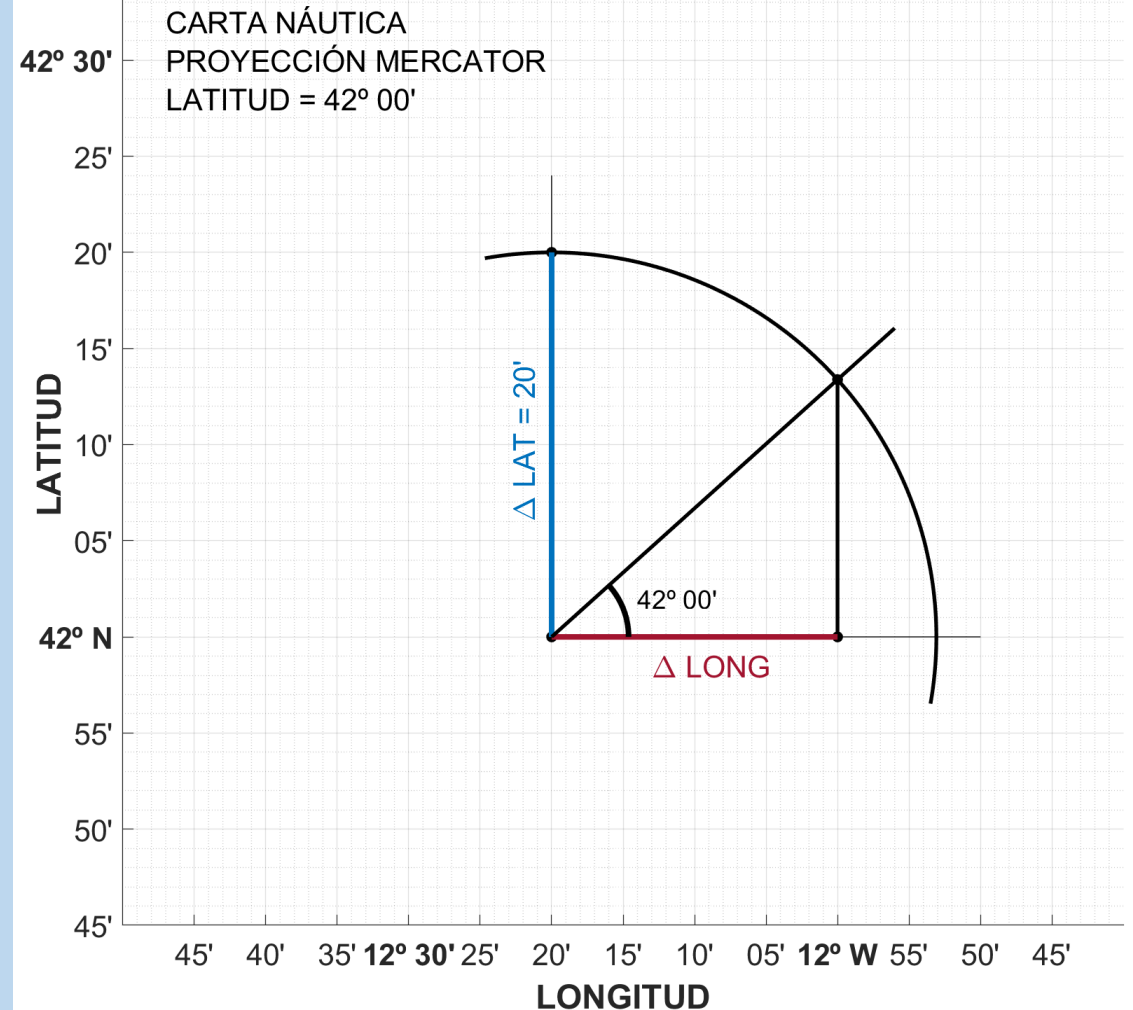
CARTA NÁUTICA
PROYECCIÓN MERCATOR
LATITUD = $42^{\circ} 00'$



Carta Náutica

PROYECCIÓN MERCATOR

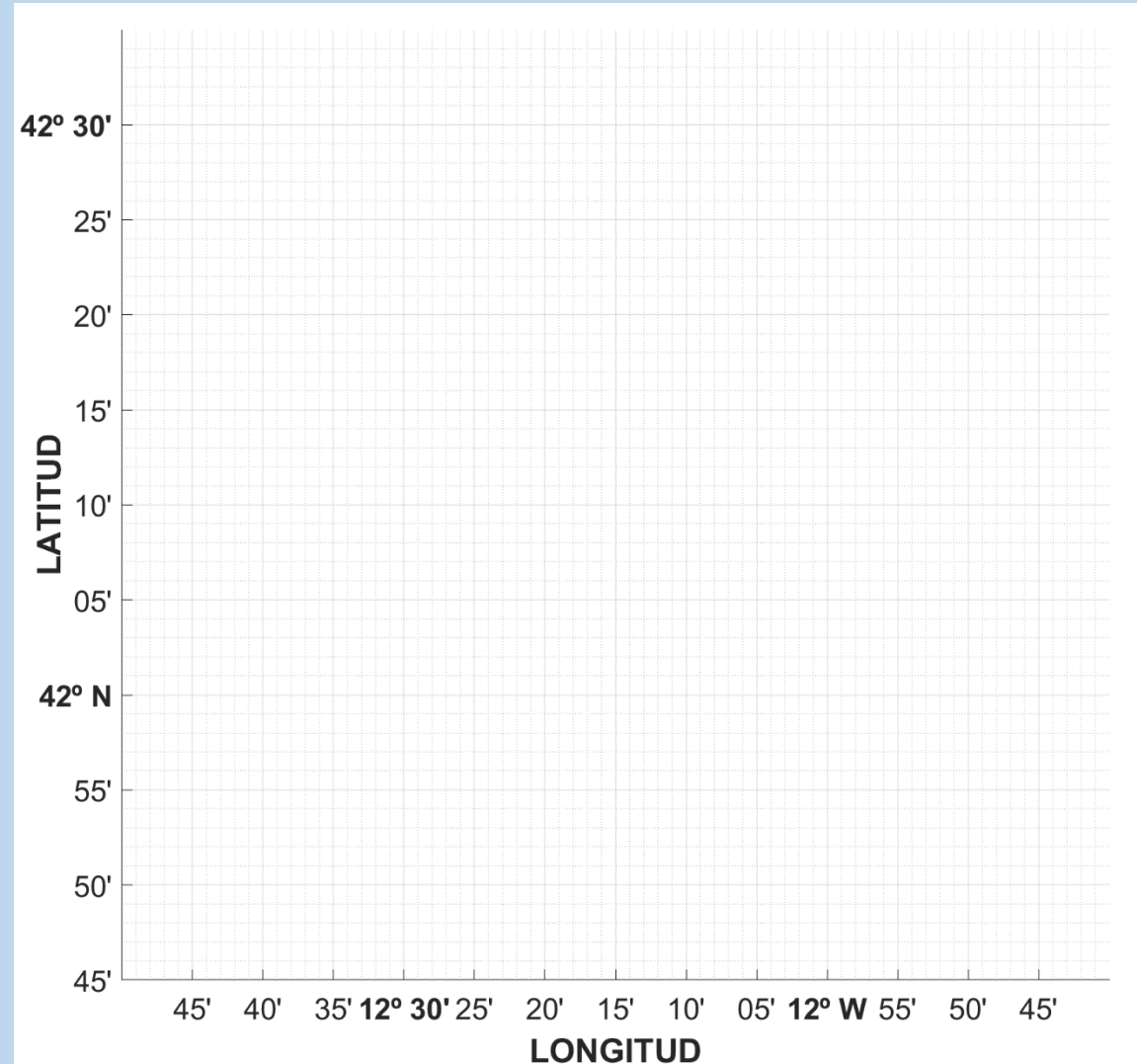
- Proyección geométrica cilíndrica
- Apropiada para la navegación
- Transformación conforme:
 - Conserva ángulos
- Los Meridianos y Paralelos son líneas rectas perpendiculares.
- Permite medir directamente:
 - Distancias (escala de latitudes)
 - Rumbos
 - Demoras / Azimuts
- Deforma las Áreas (latitudes altas)
- Las Ortodrómicas no son líneas rectas



Carta Náutica

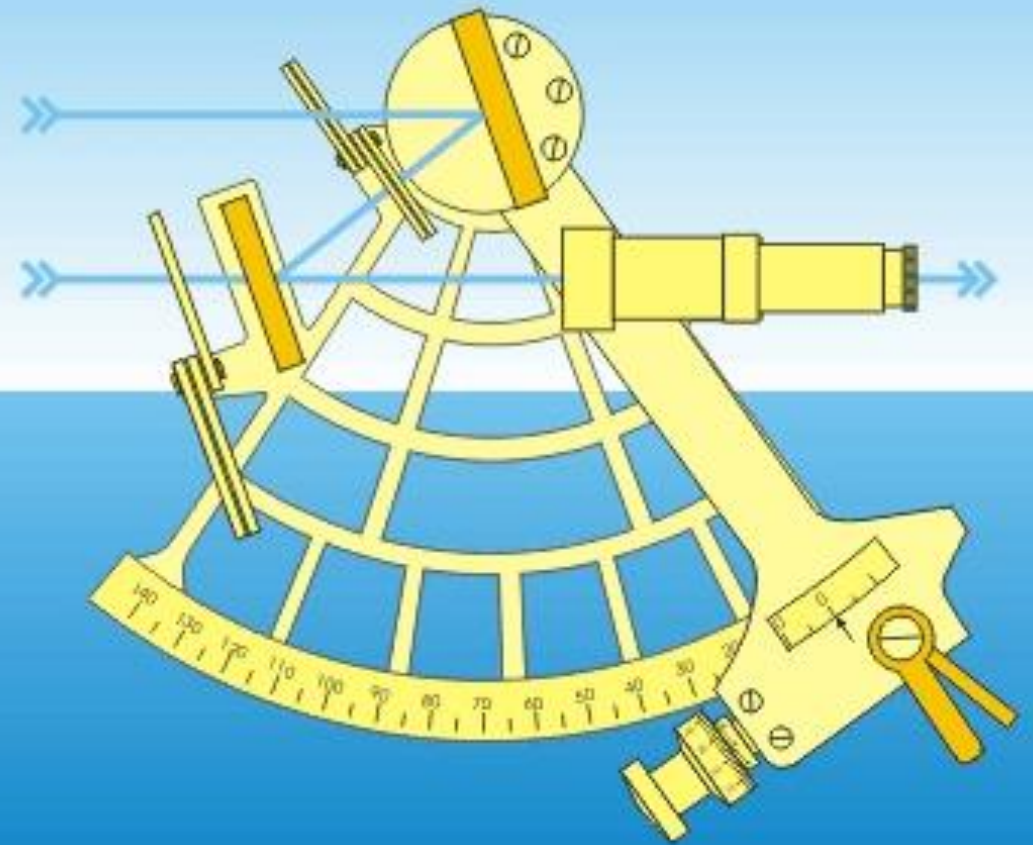
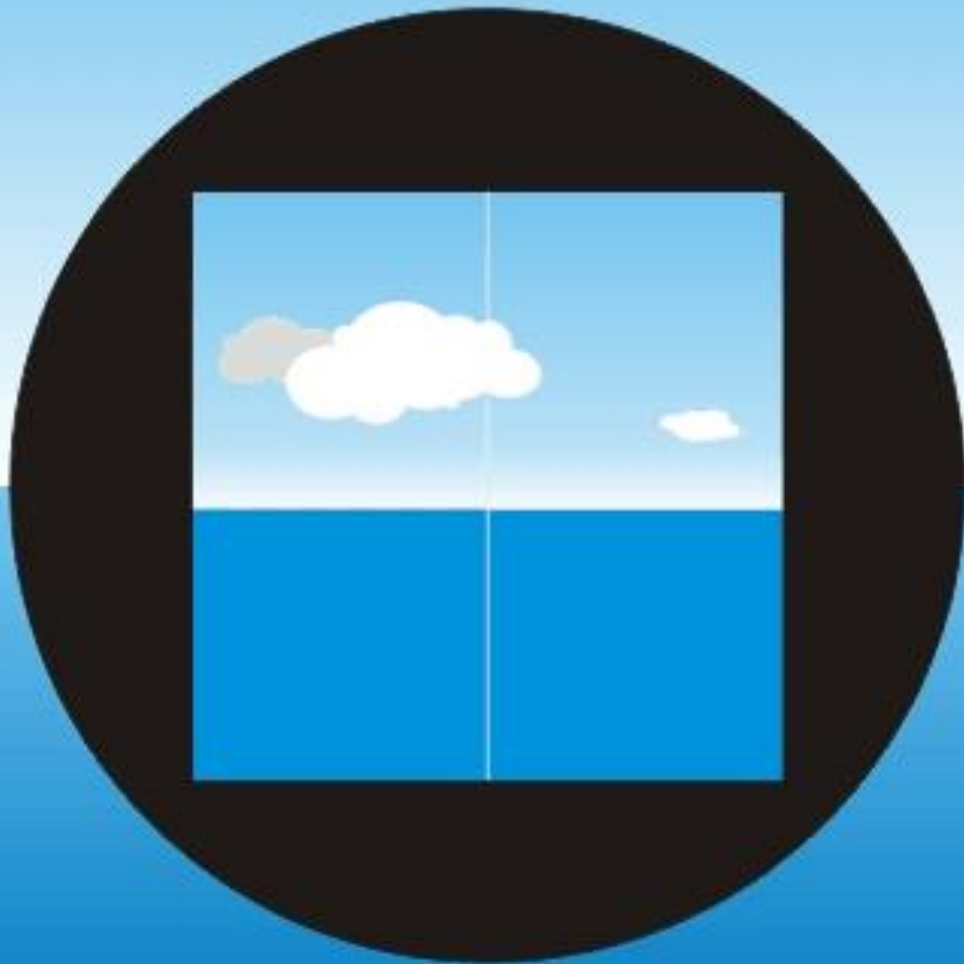
PROYECCIÓN MERCATOR

- Proyección geométrica cilíndrica
- Apropiada para la navegación
- Transformación conforme:
 - Conserva ángulos
- Los Meridianos y Paralelos son líneas rectas perpendiculares.
- Permite medir directamente:
 - Distancias (escala de latitudes)
 - Rumbos
 - Demoras / Azimuts
- Deforma las Áreas (latitudes altas)
- Las Ortodrómicas no son líneas rectas



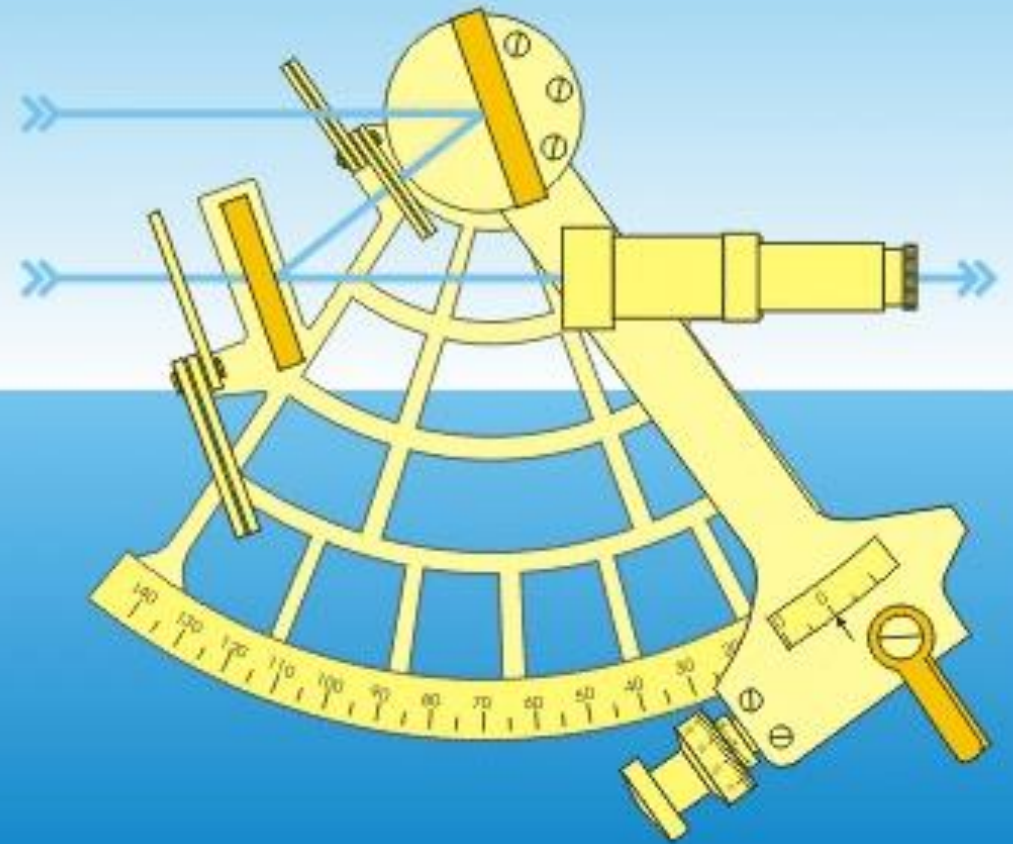
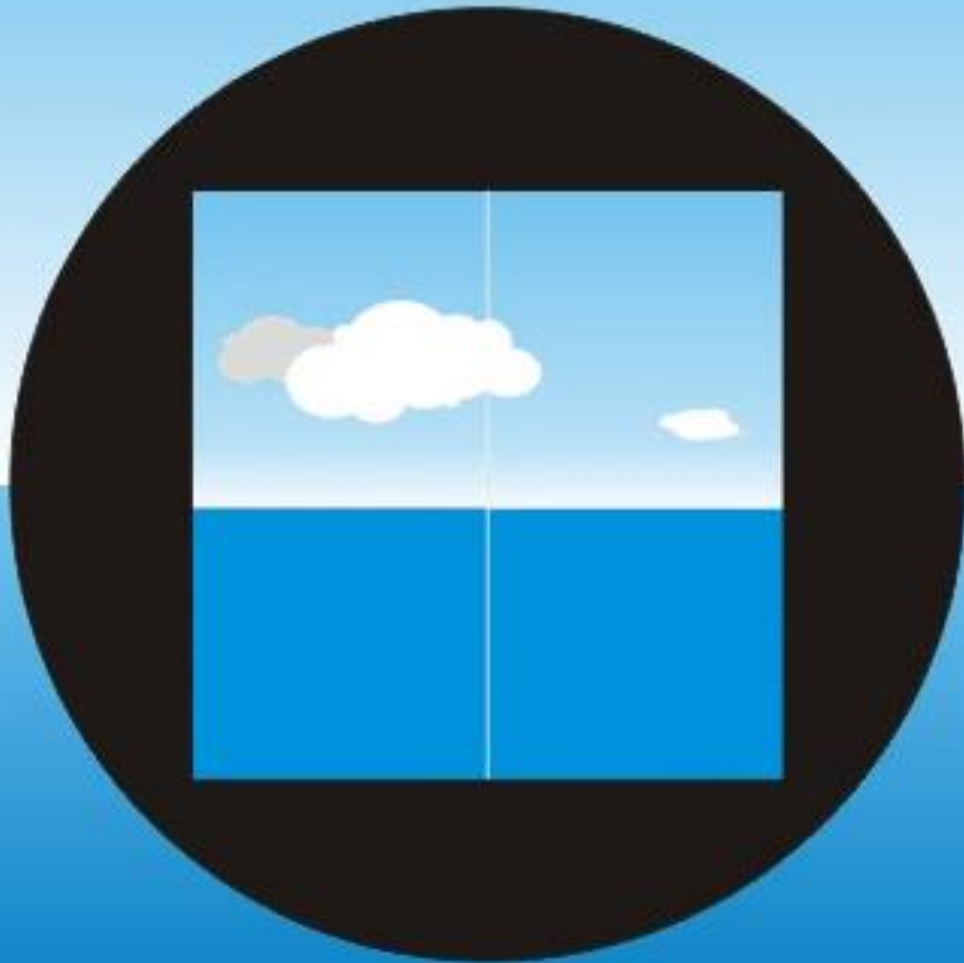
Observación con el Sextante

1. Apunta con el sextante al horizonte



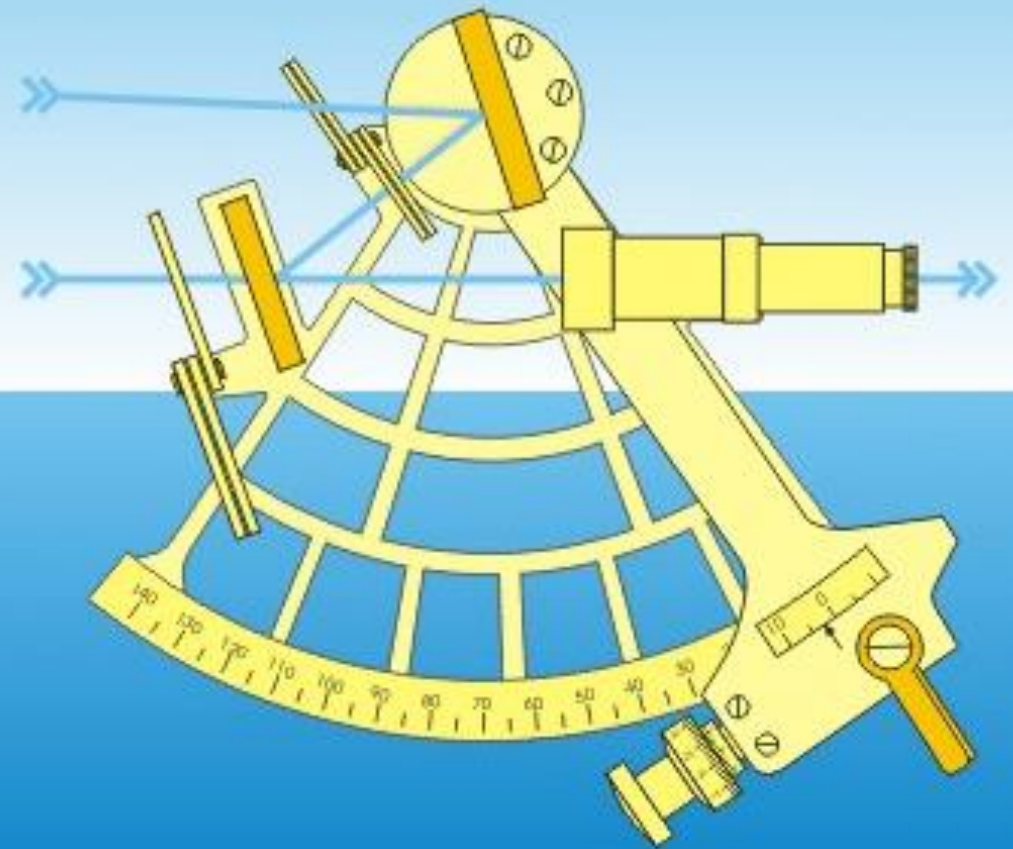
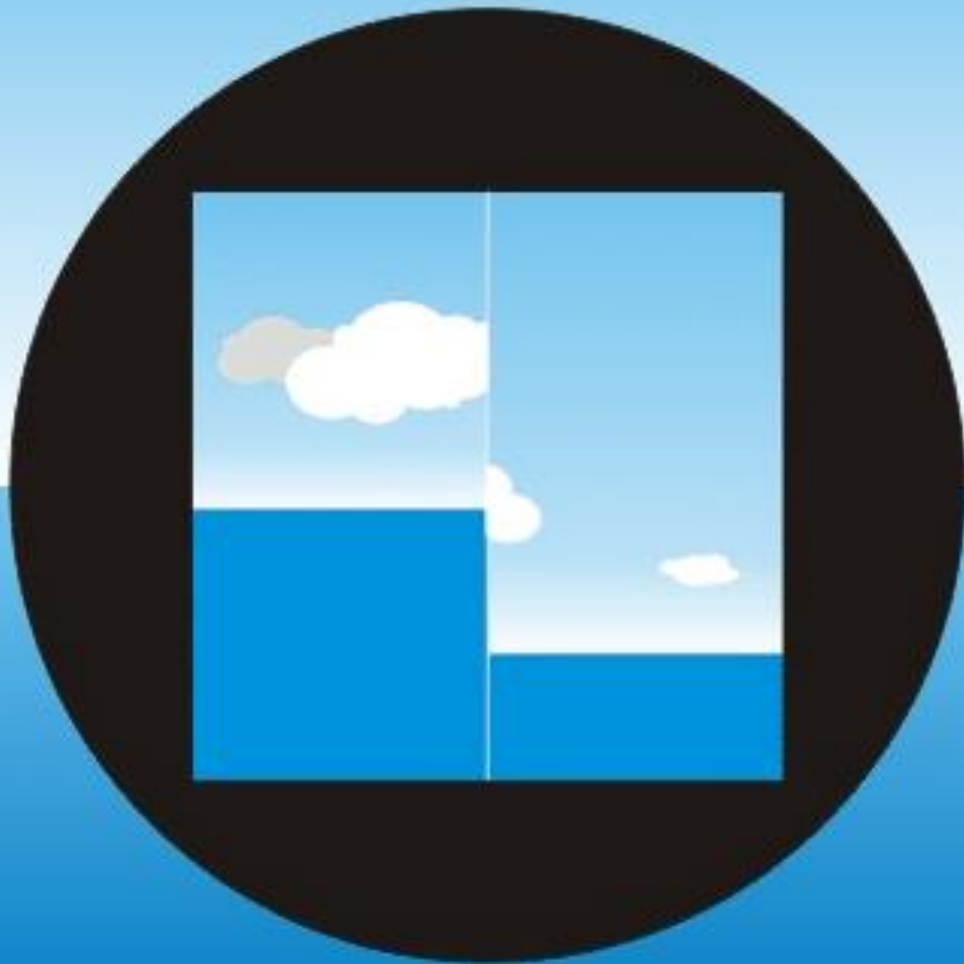
Observación con el Sextante

2. Destrinca el brazo móvil



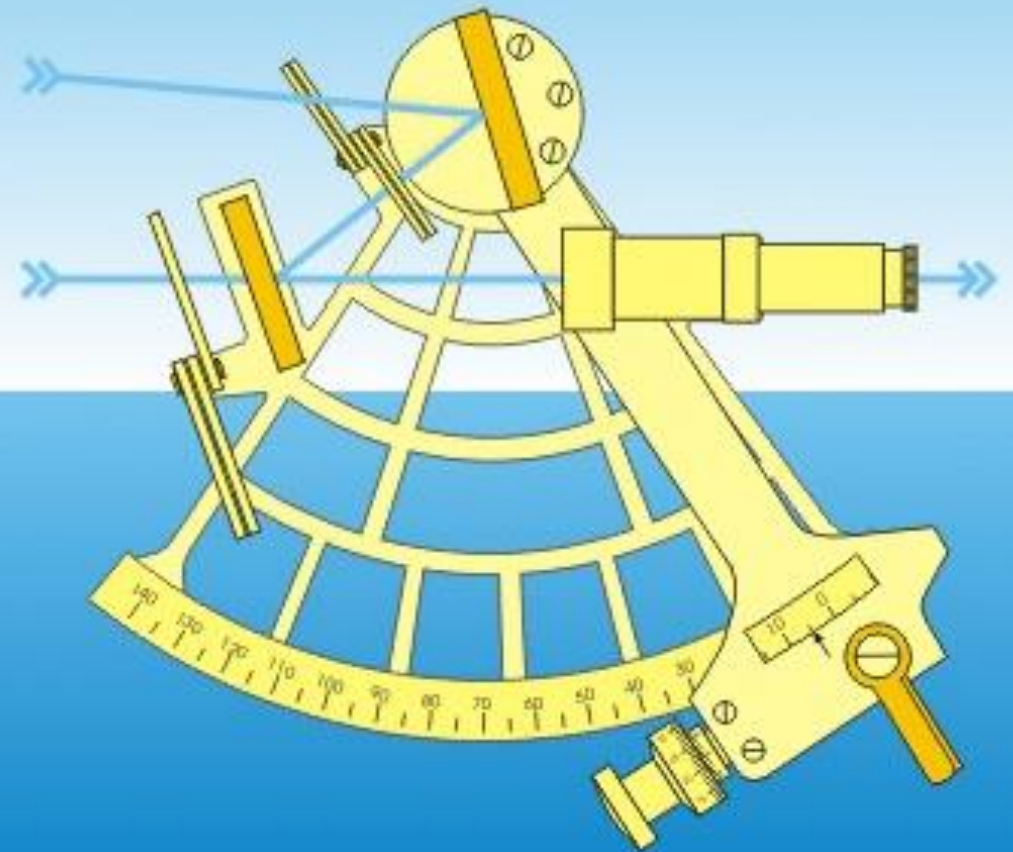
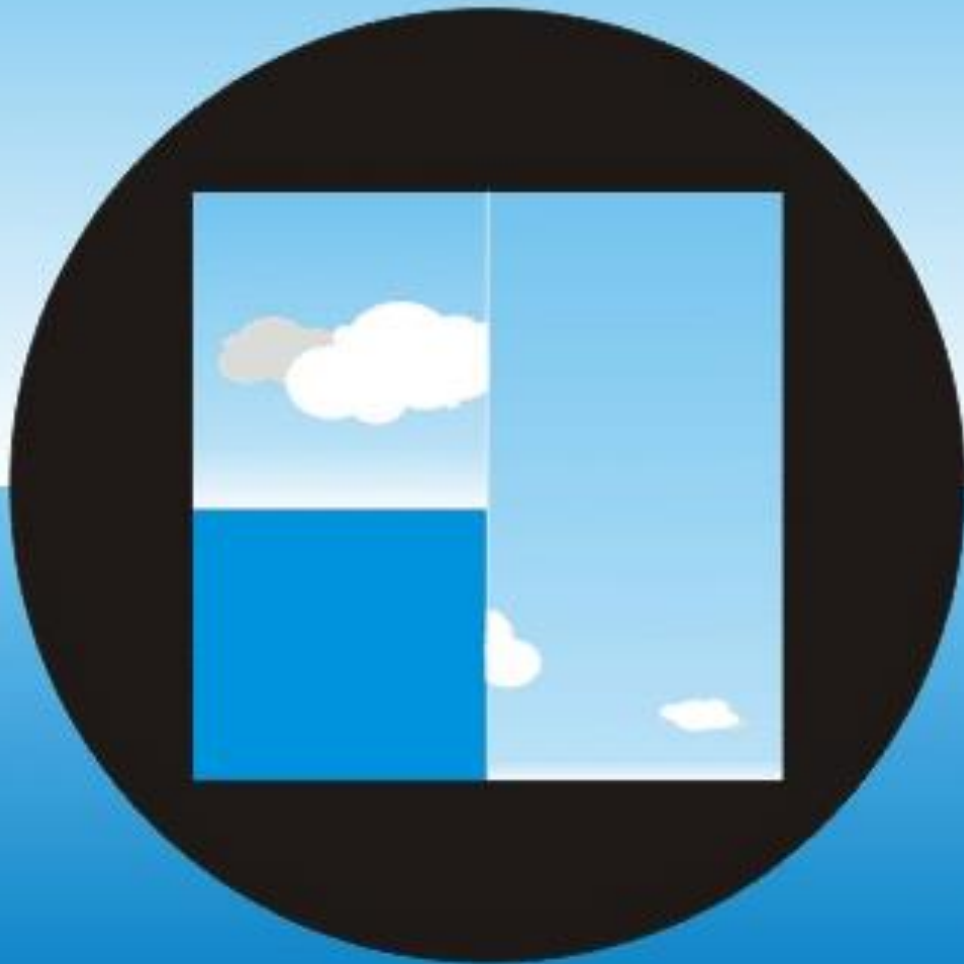
Observación con el Sextante

3. Comienza a mover el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



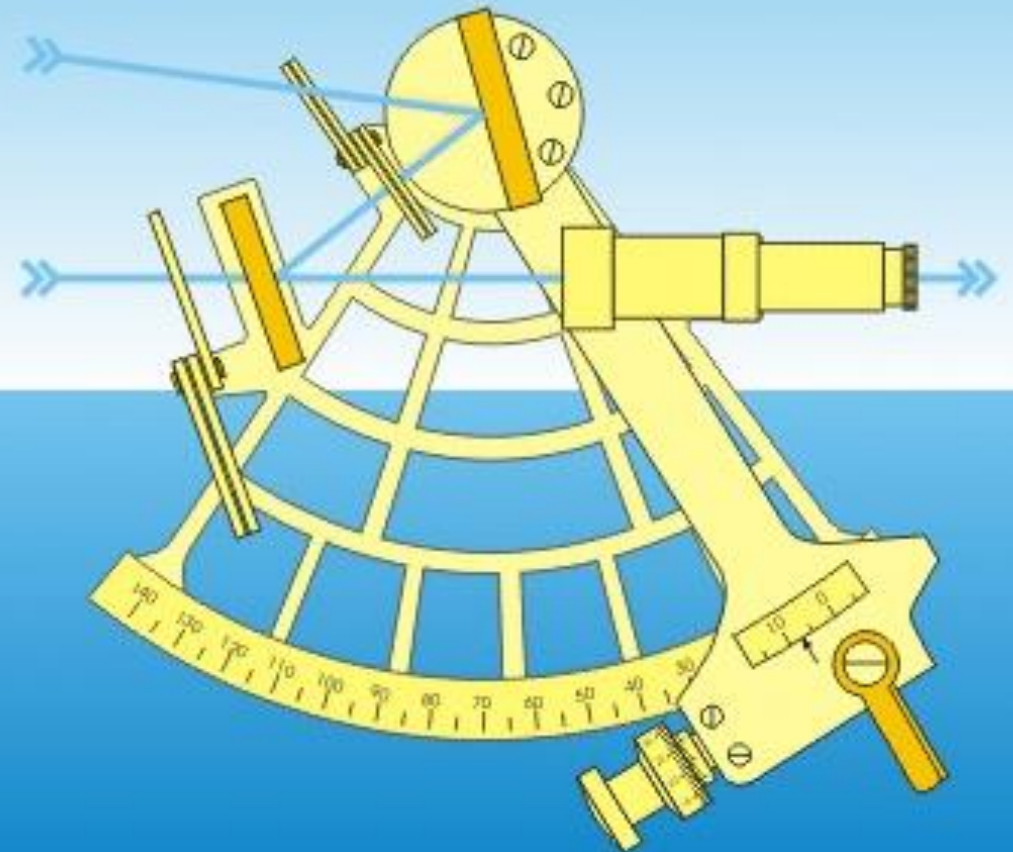
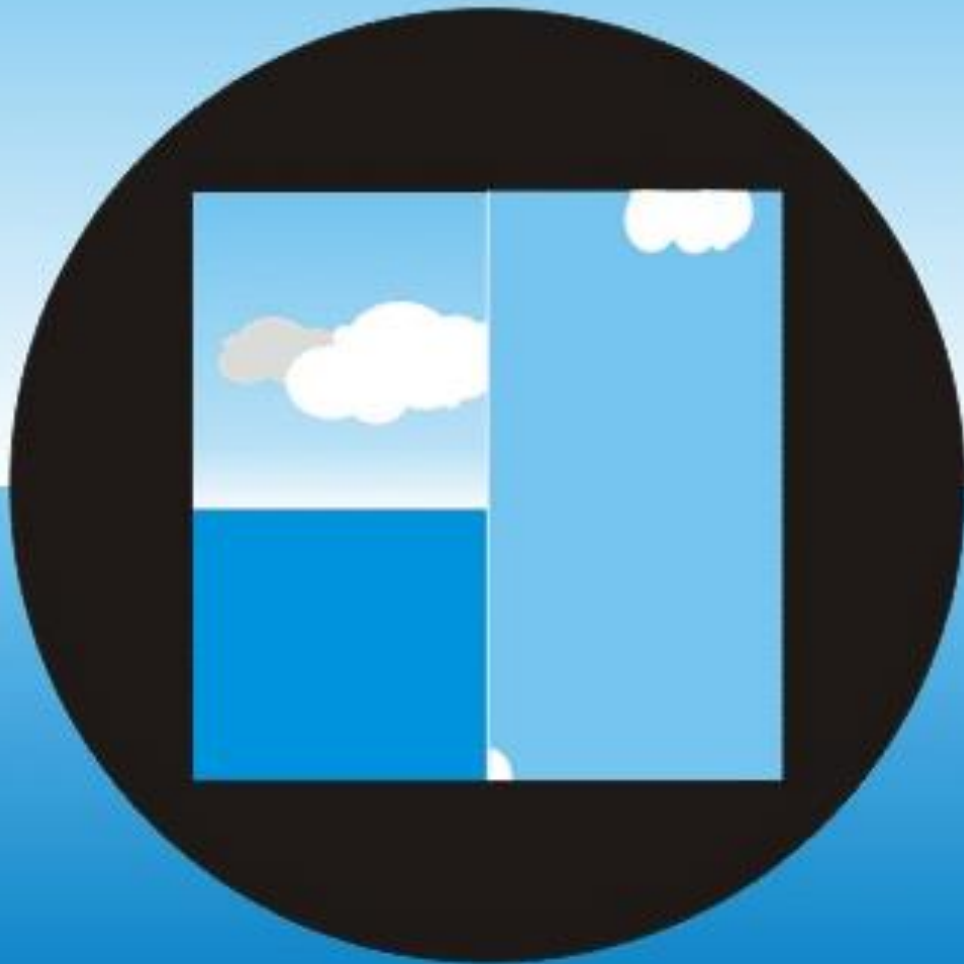
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



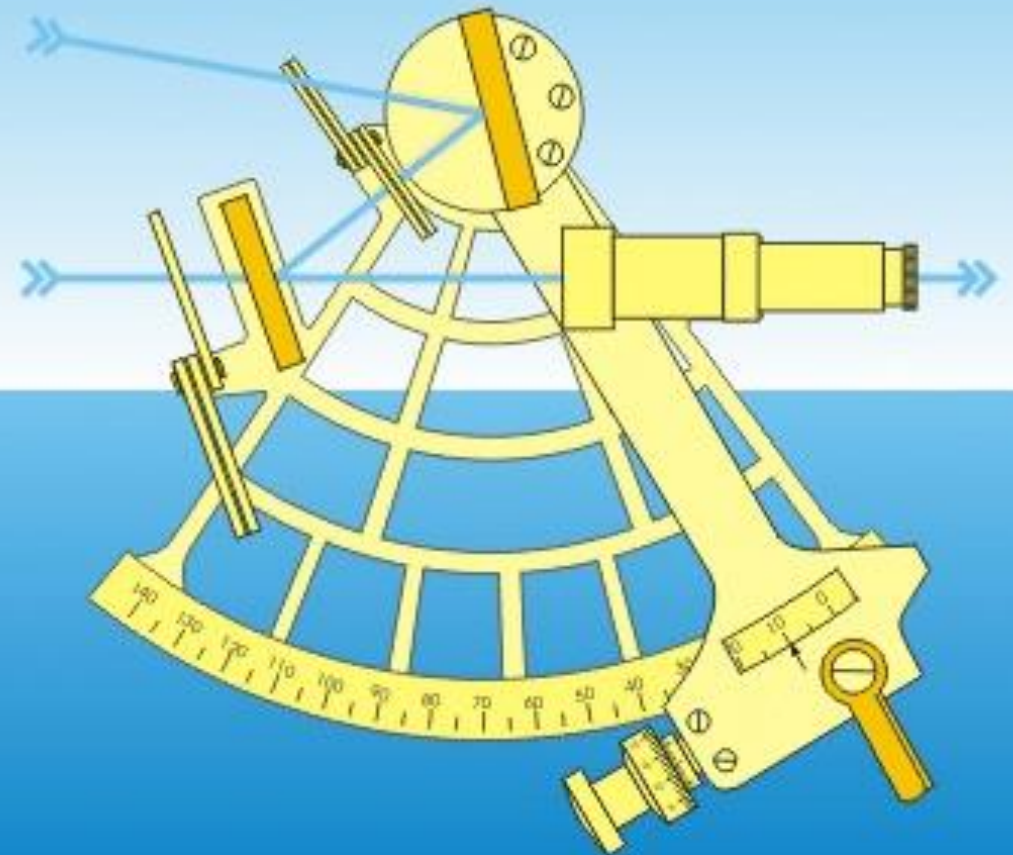
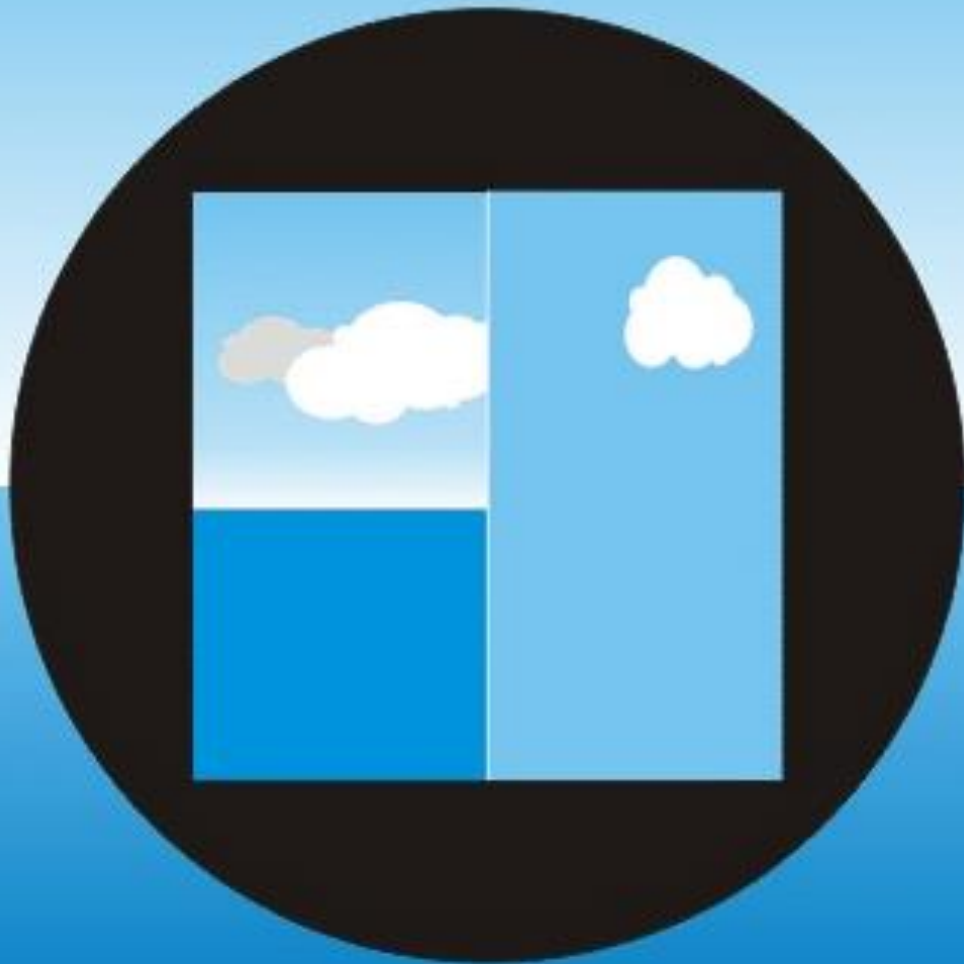
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



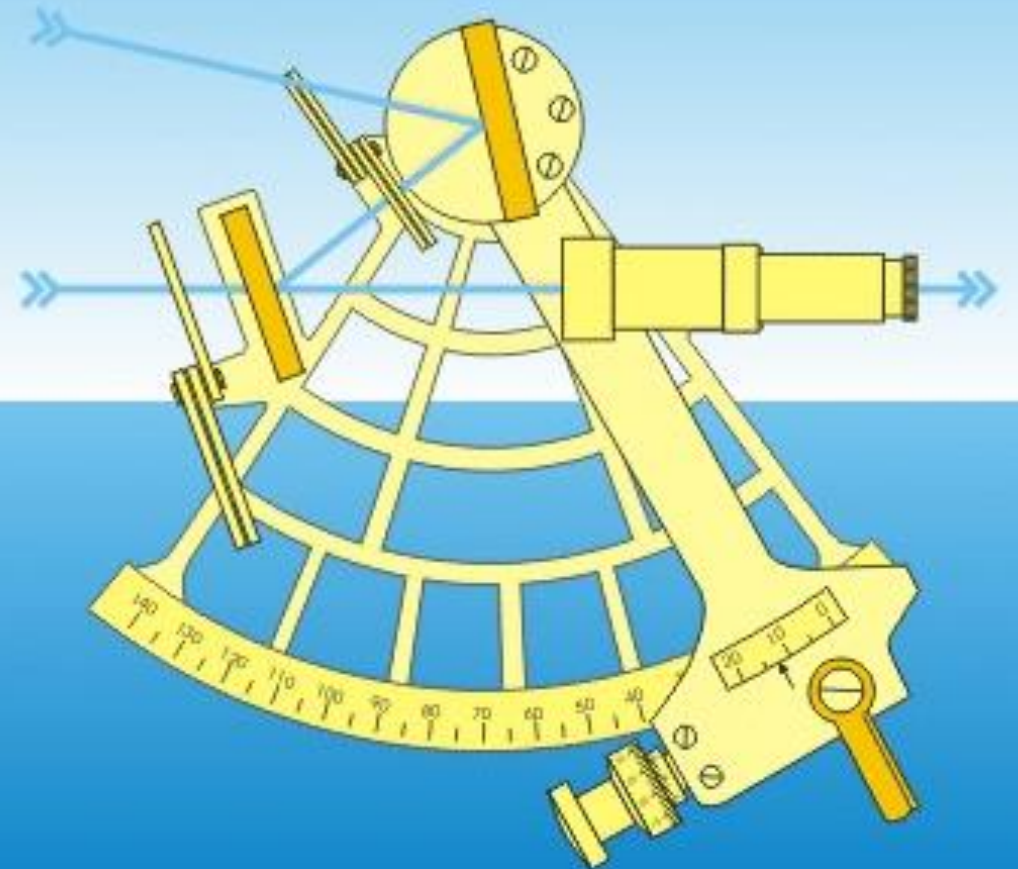
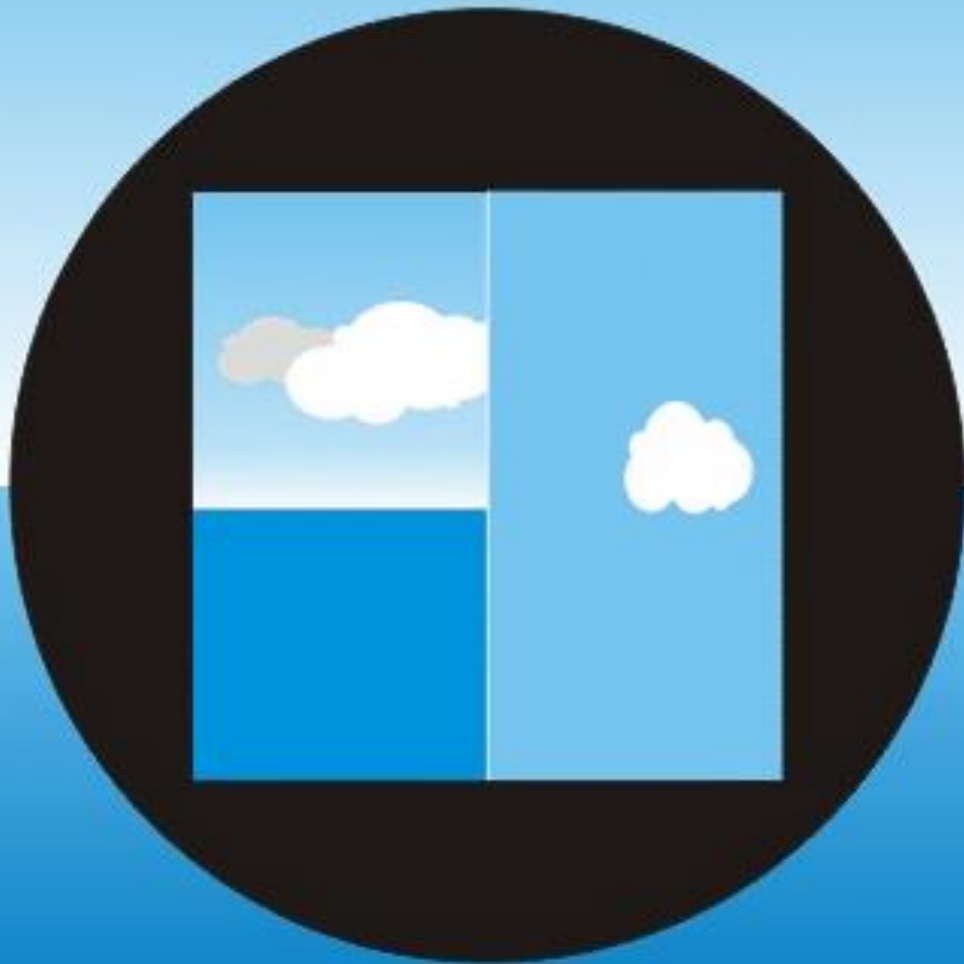
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



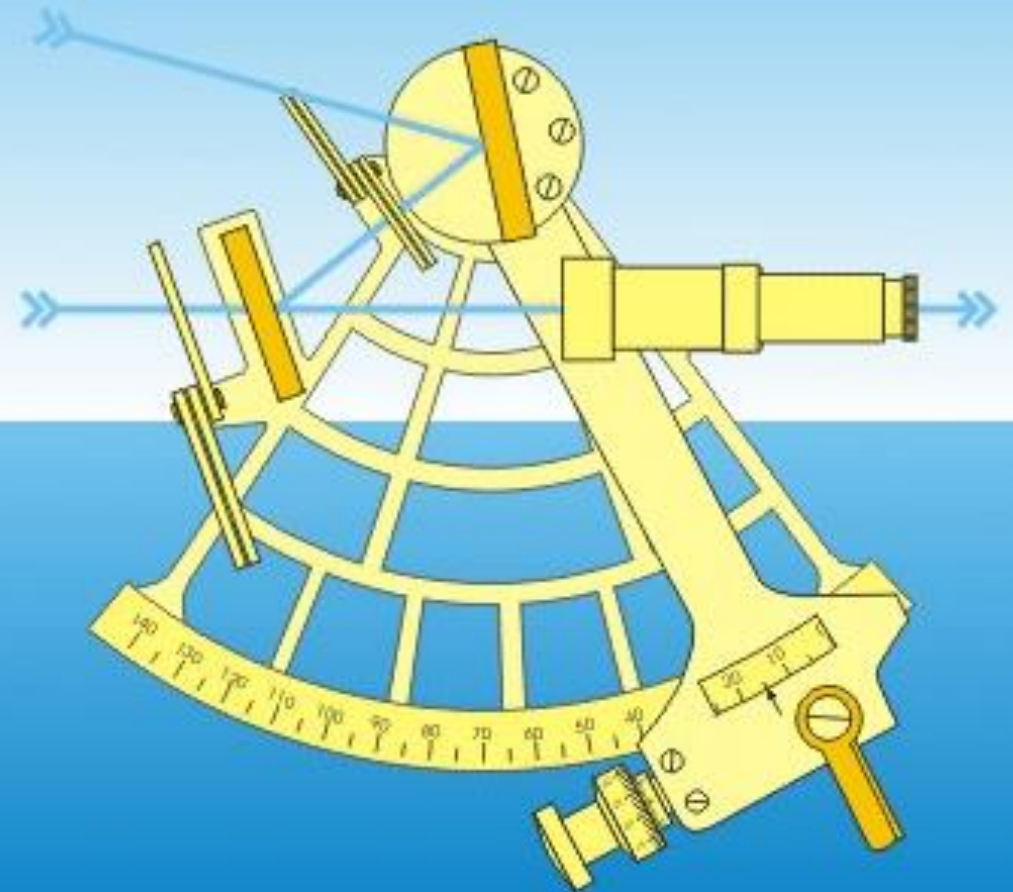
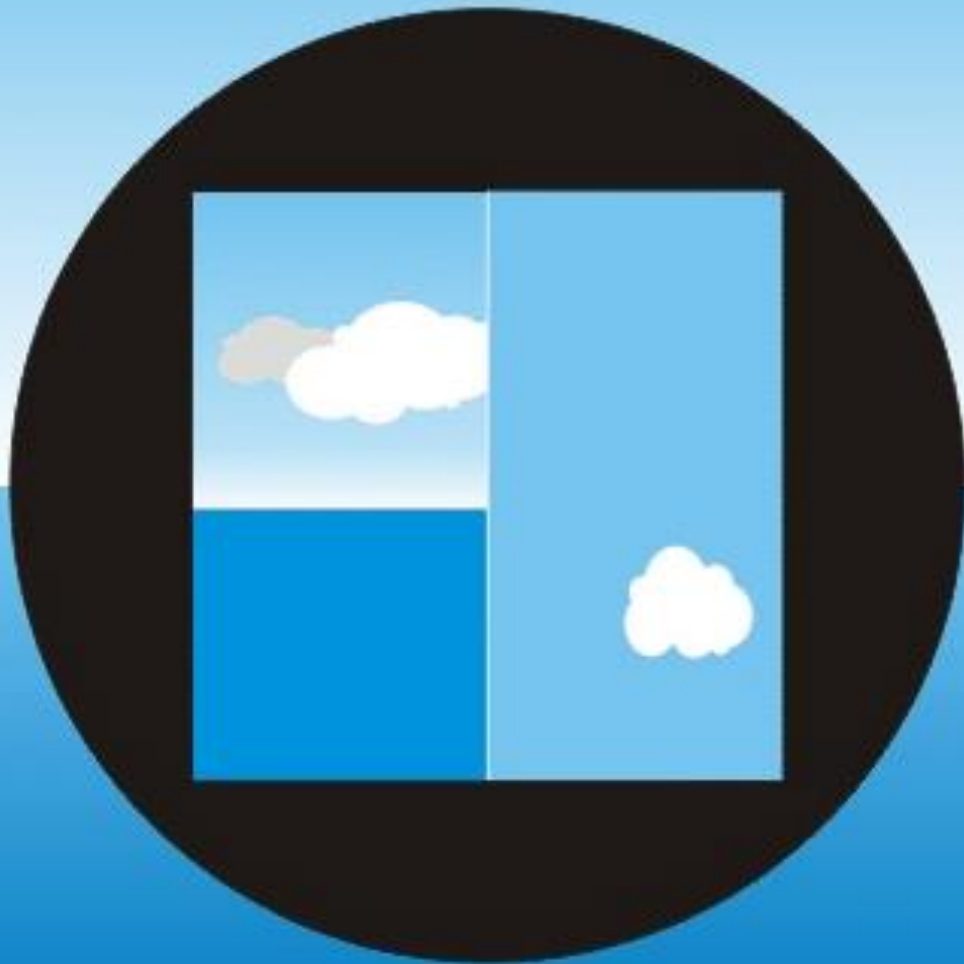
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



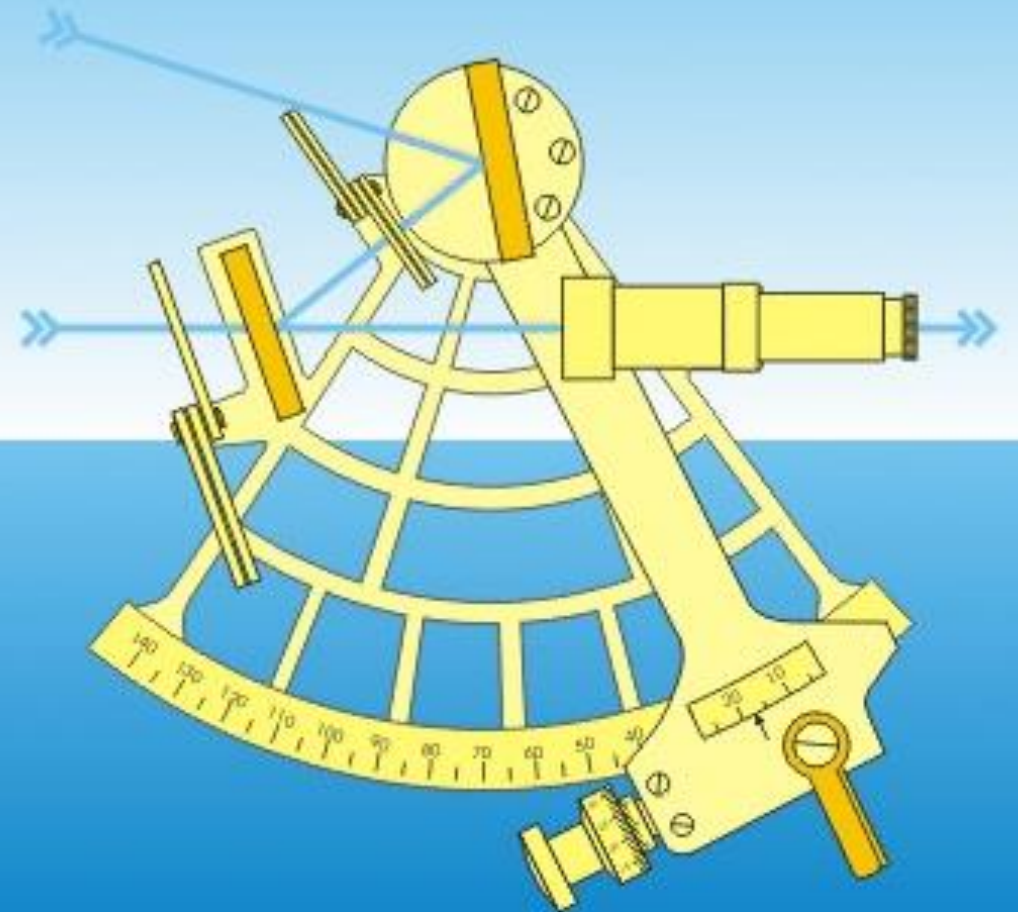
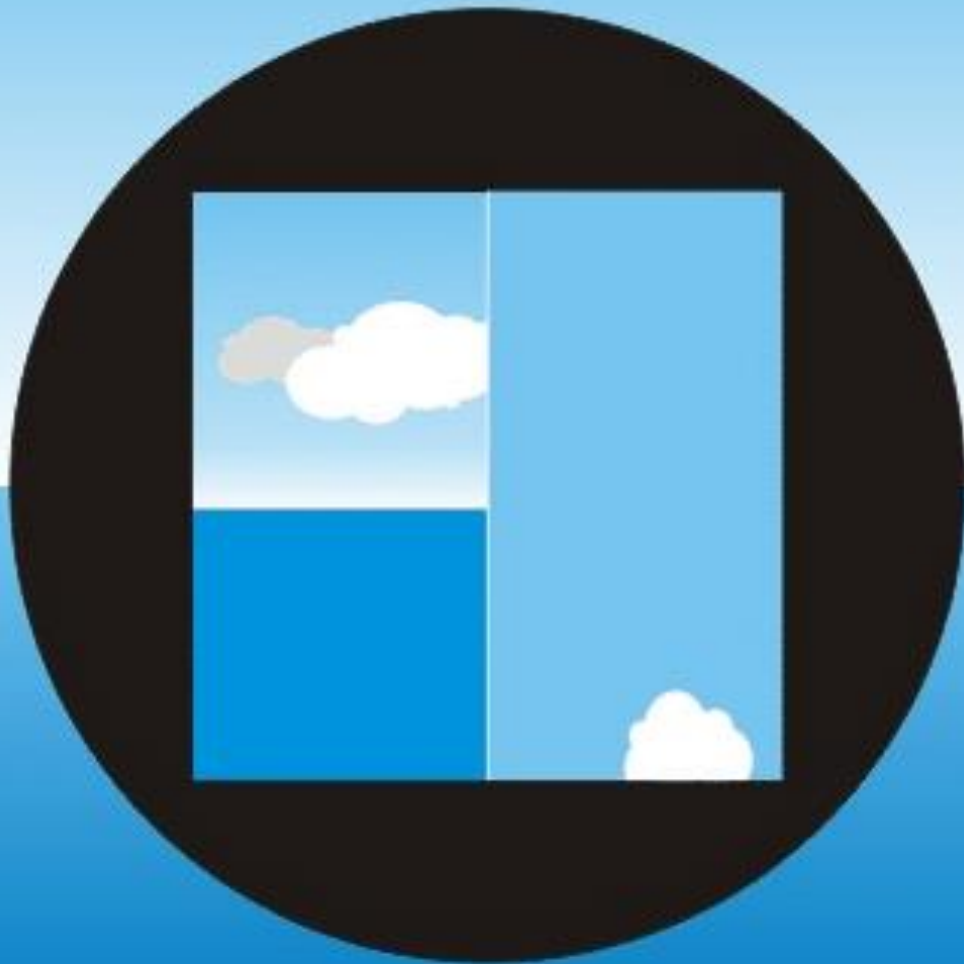
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



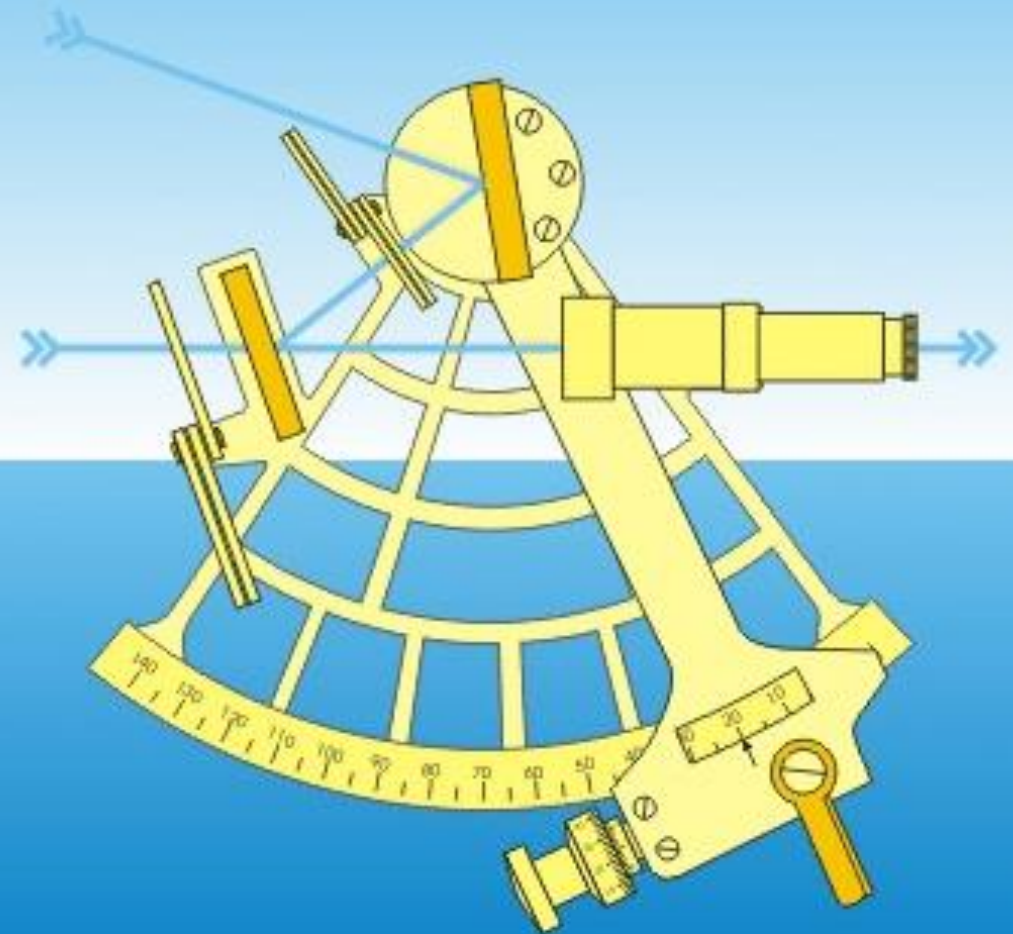
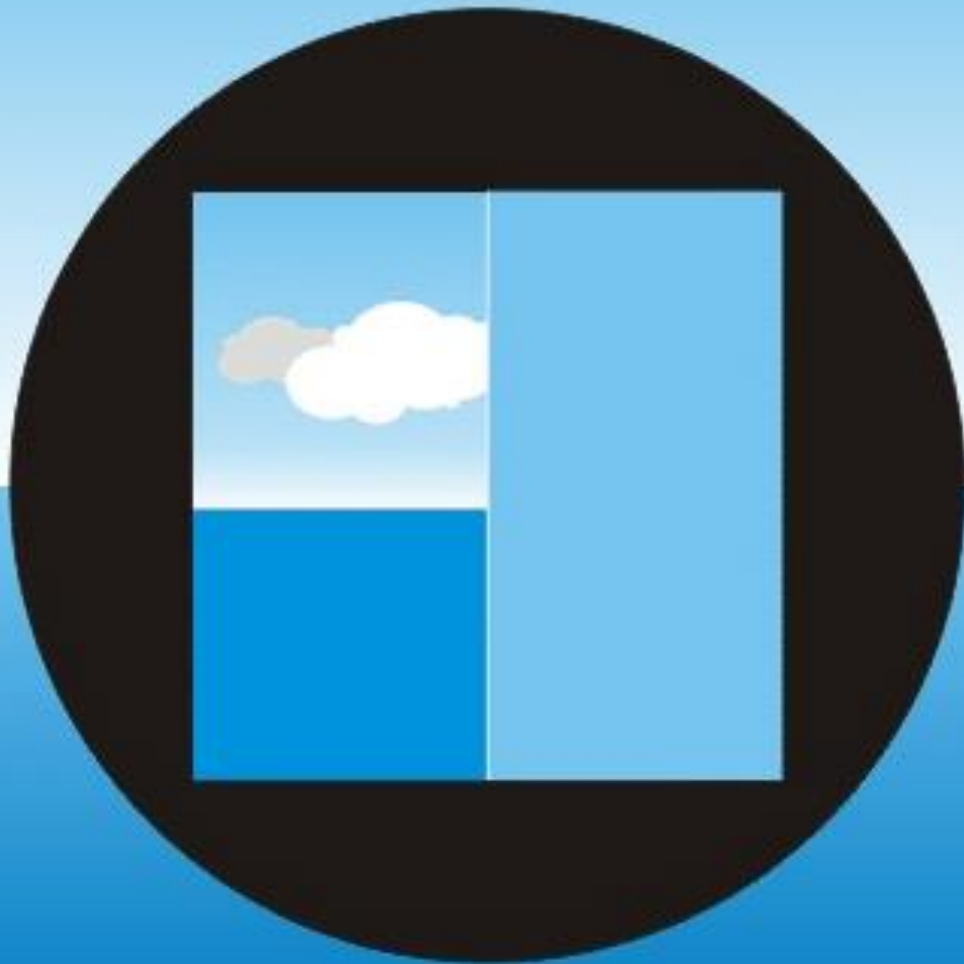
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



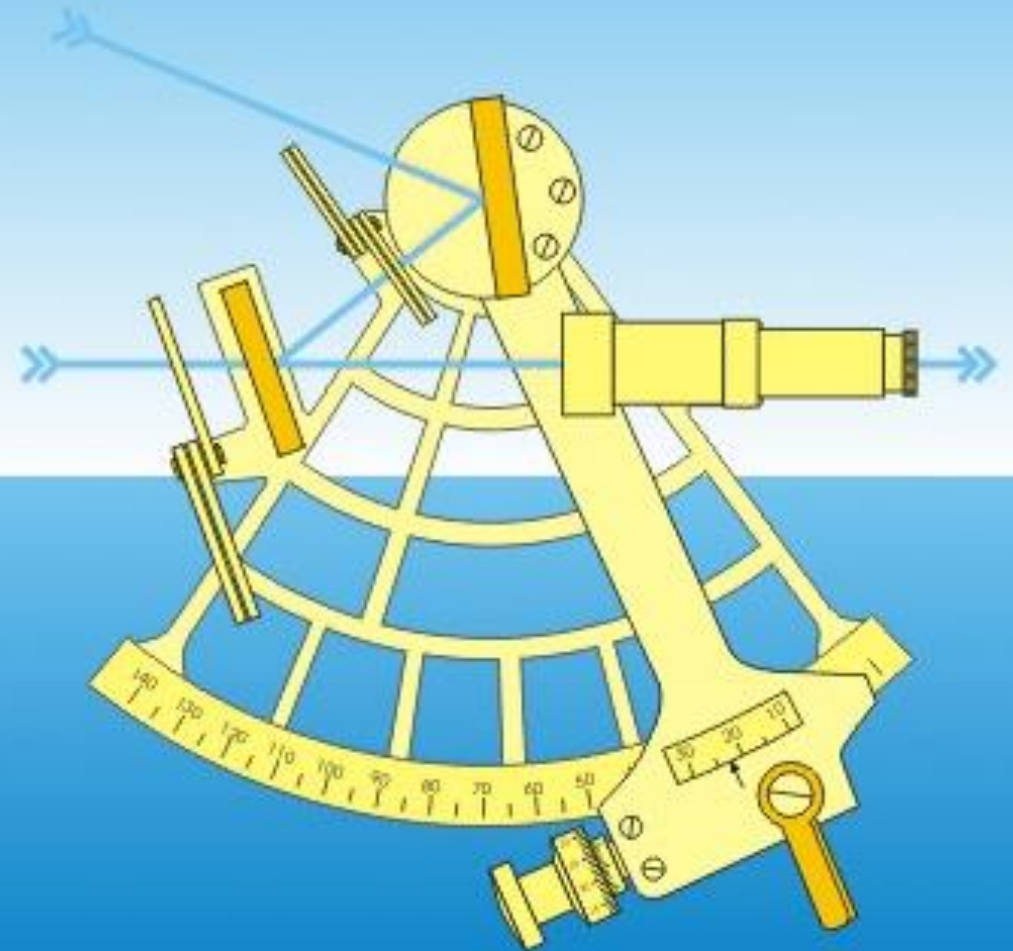
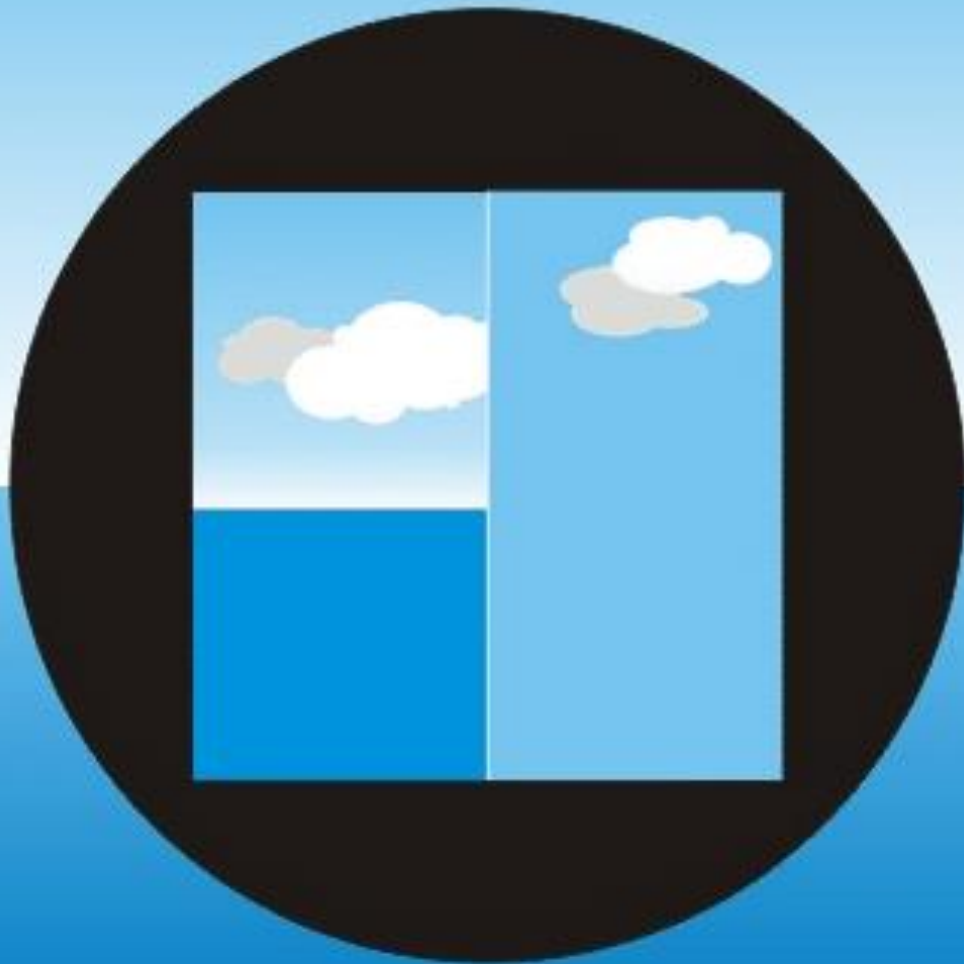
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



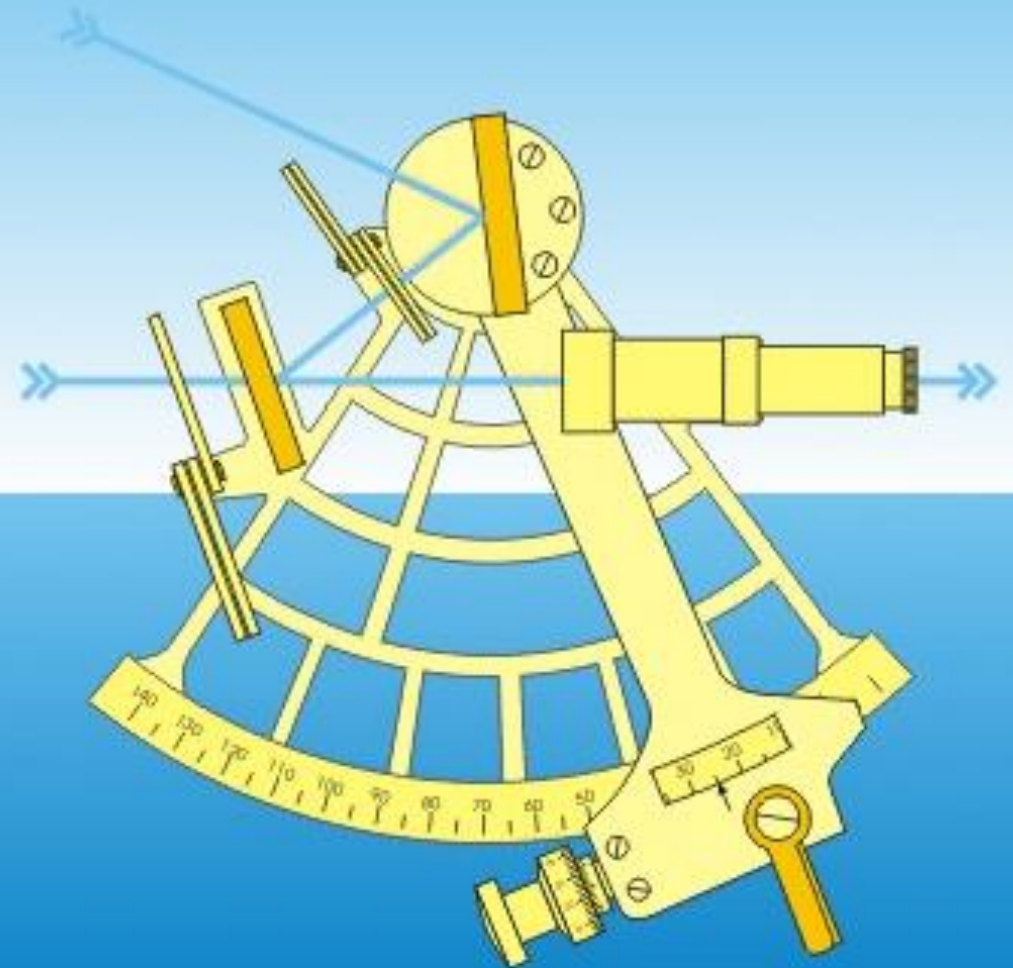
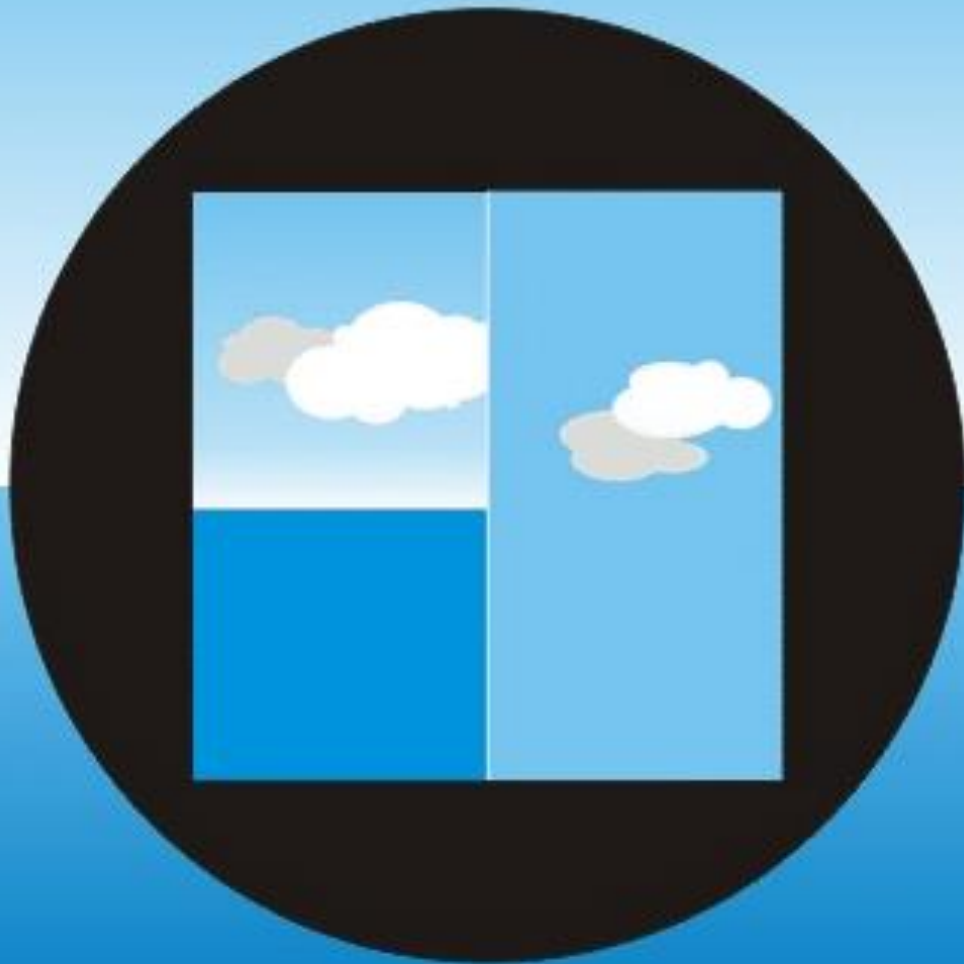
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



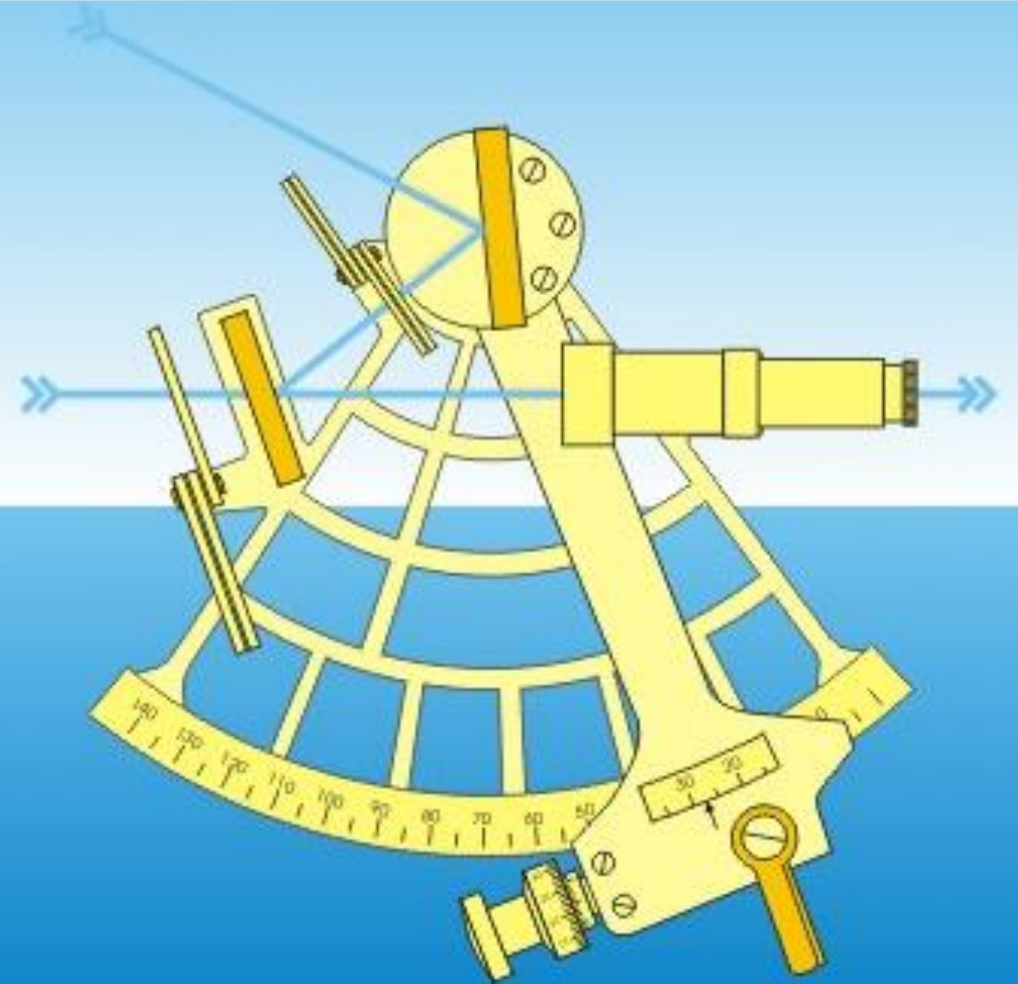
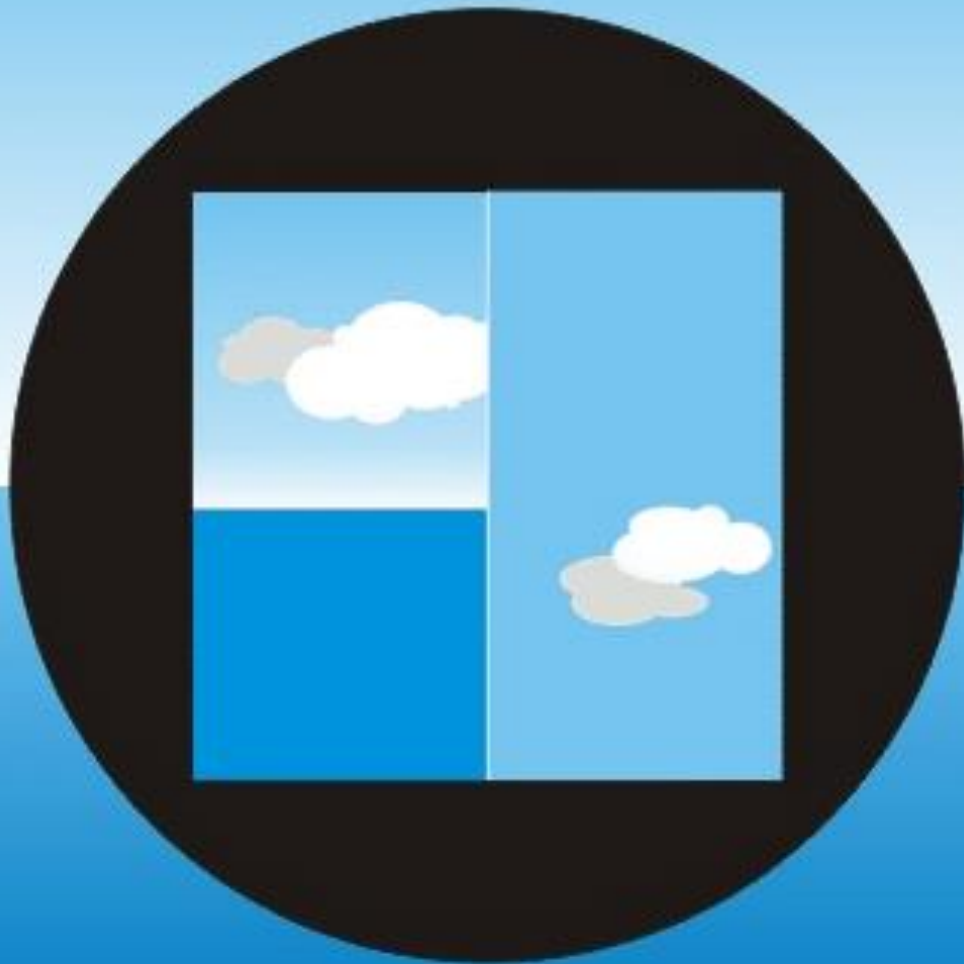
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



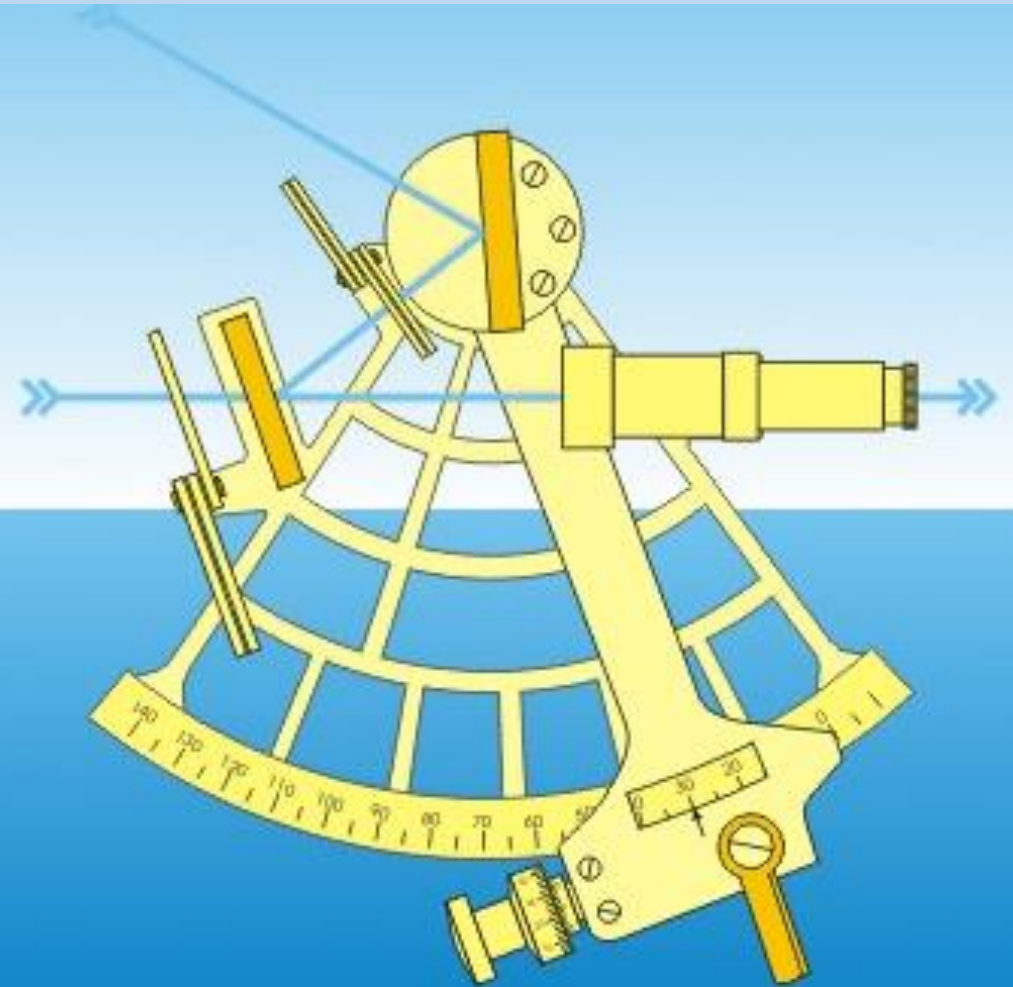
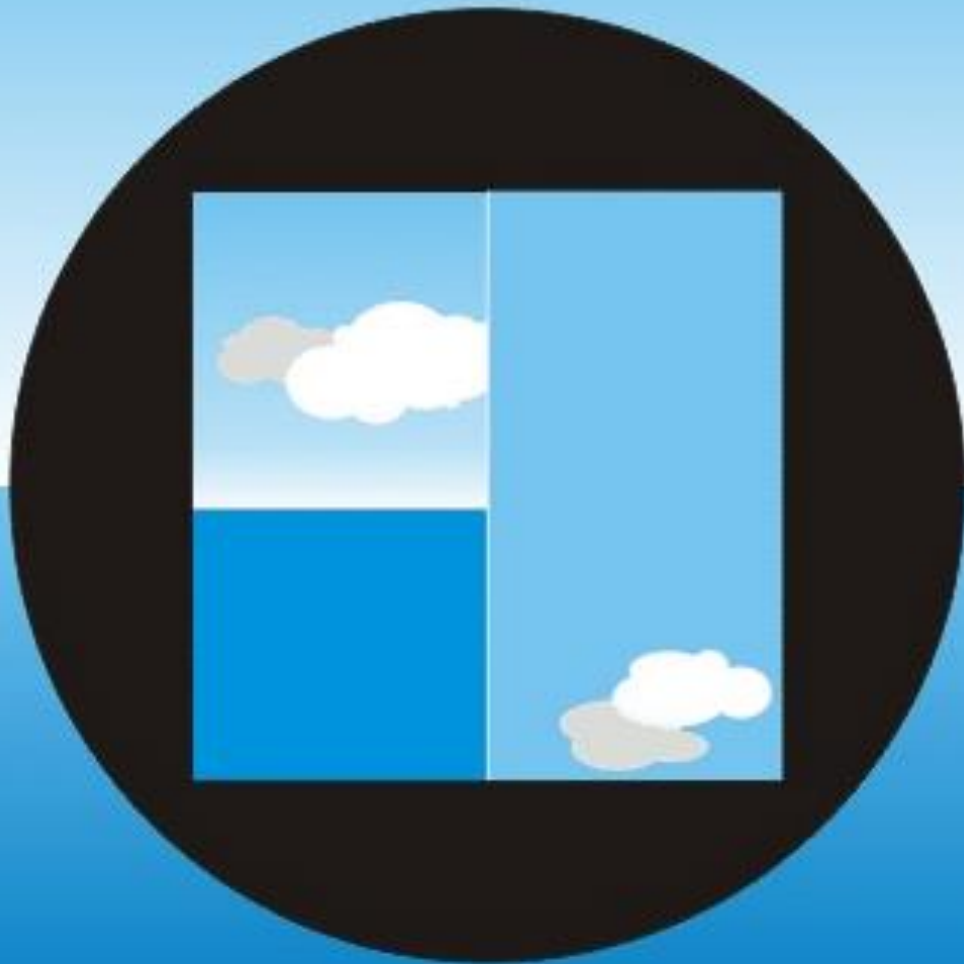
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



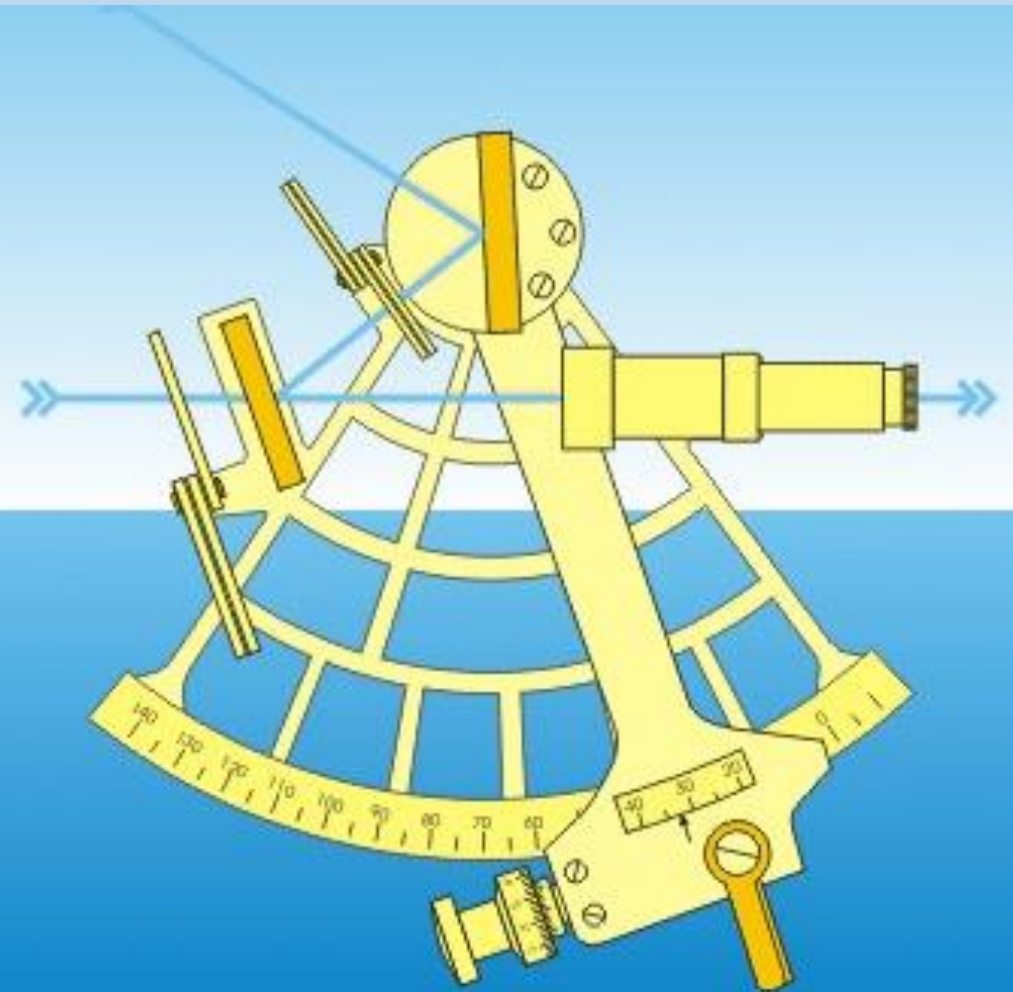
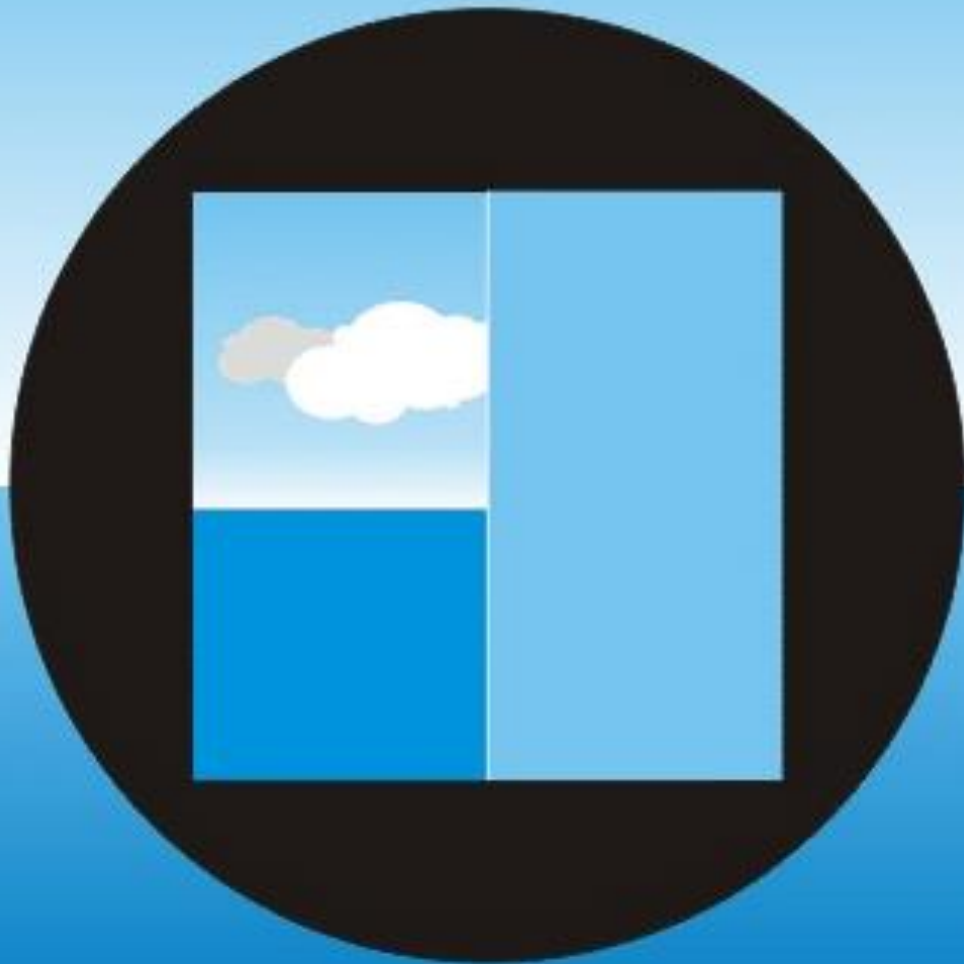
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



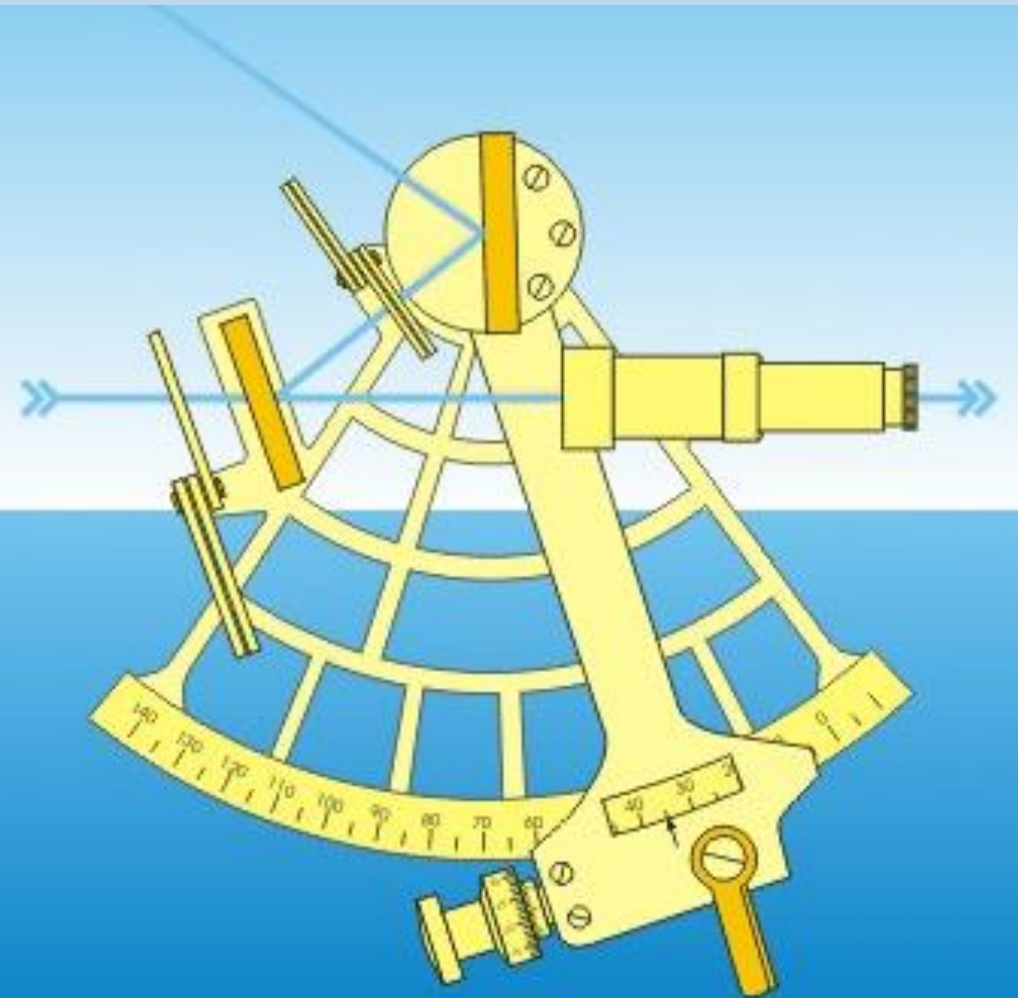
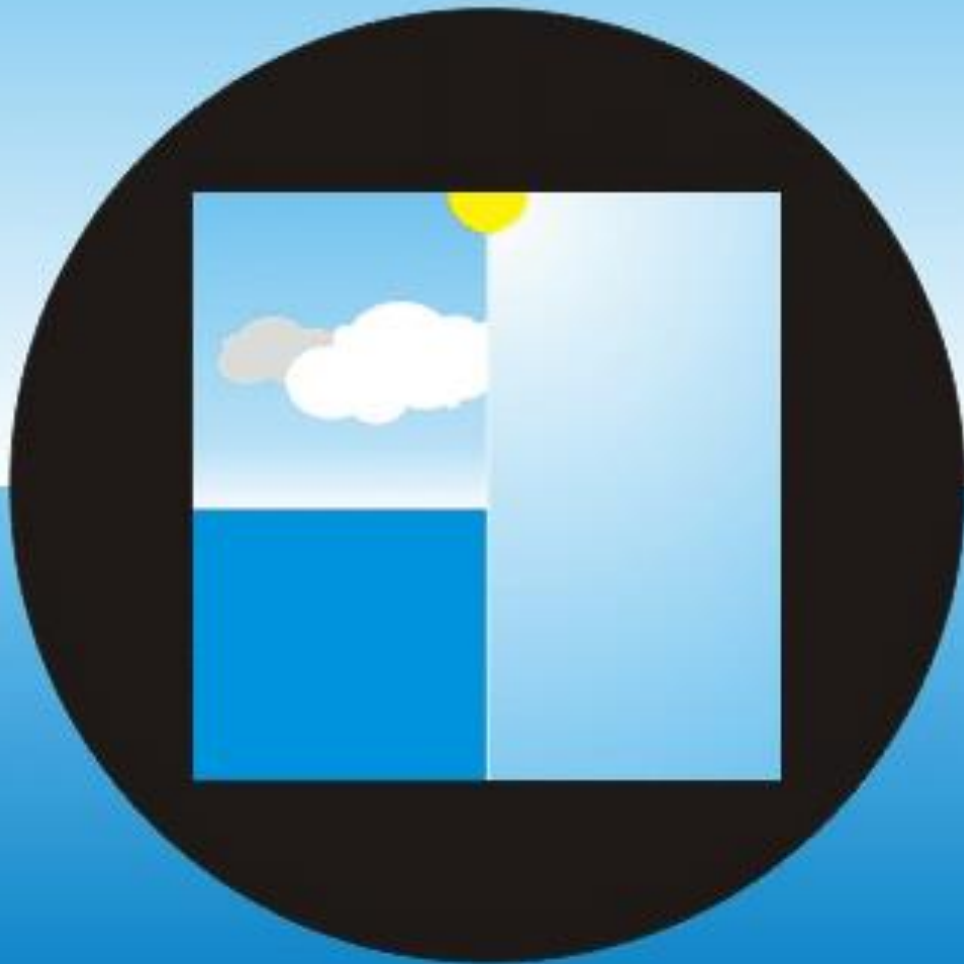
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



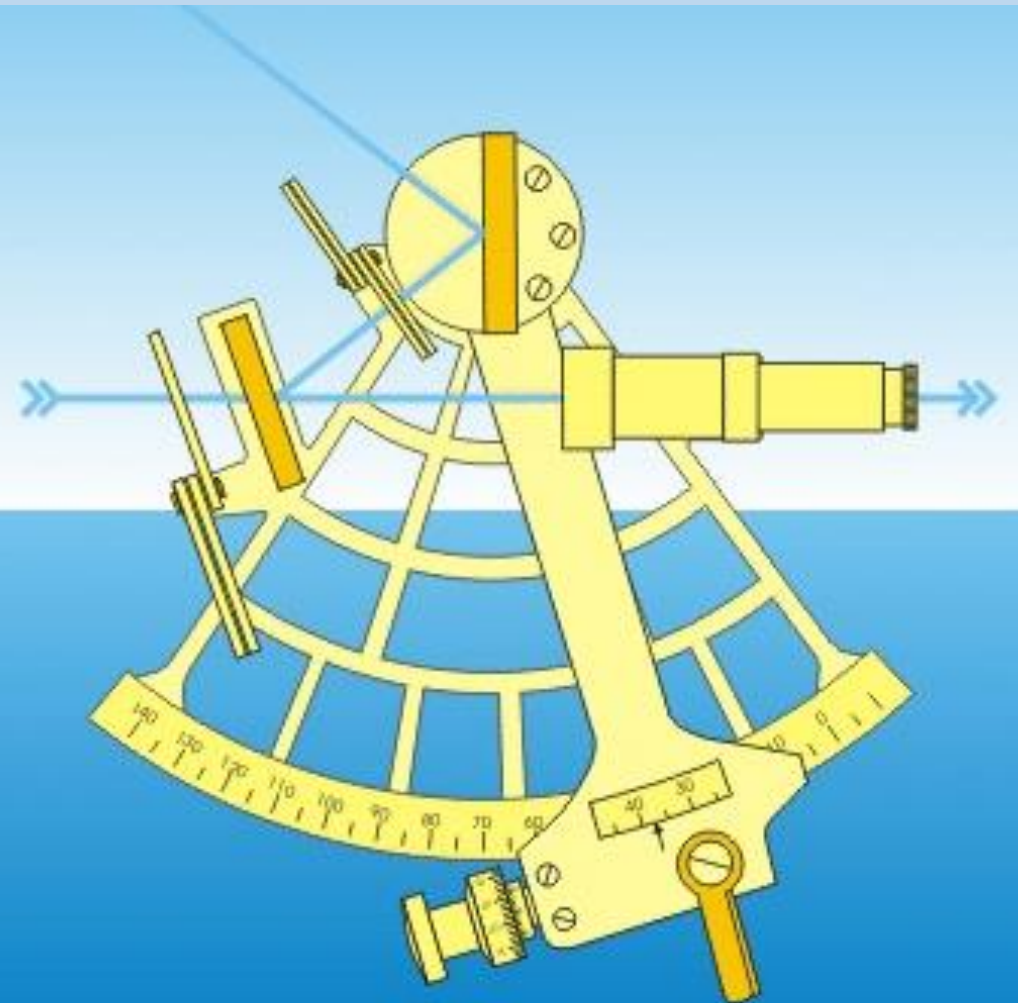
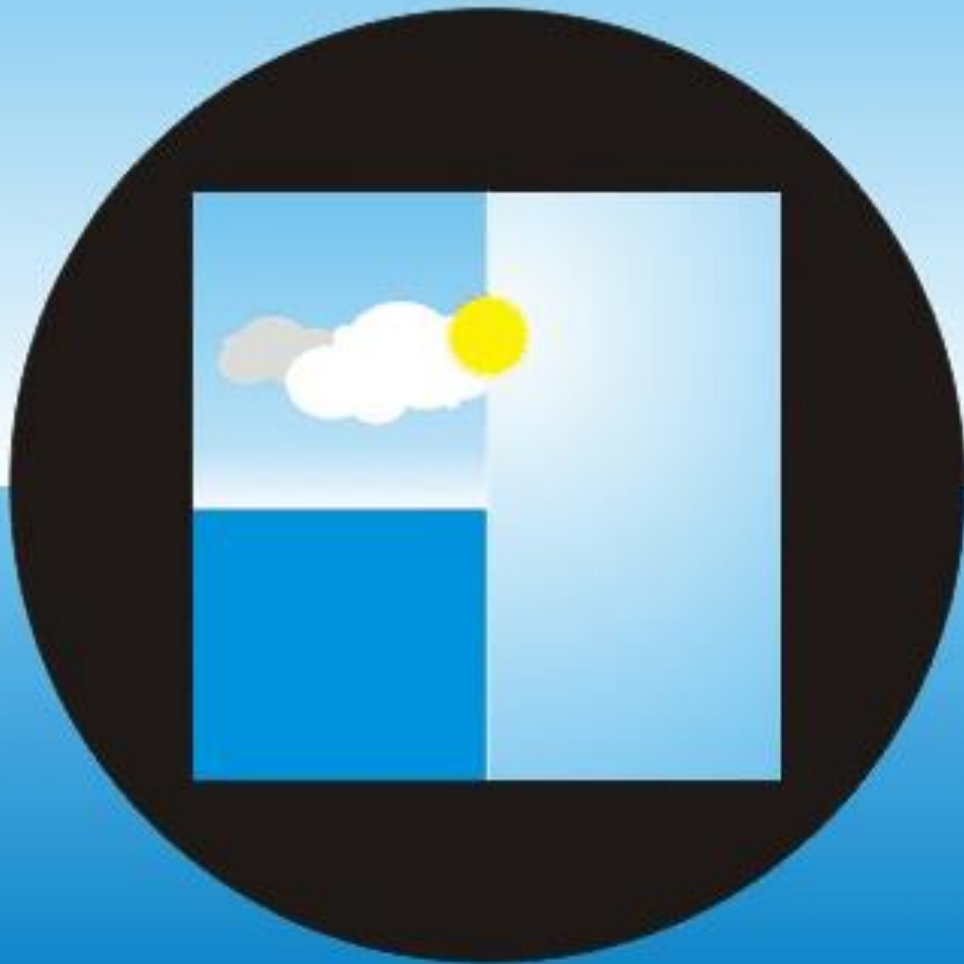
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



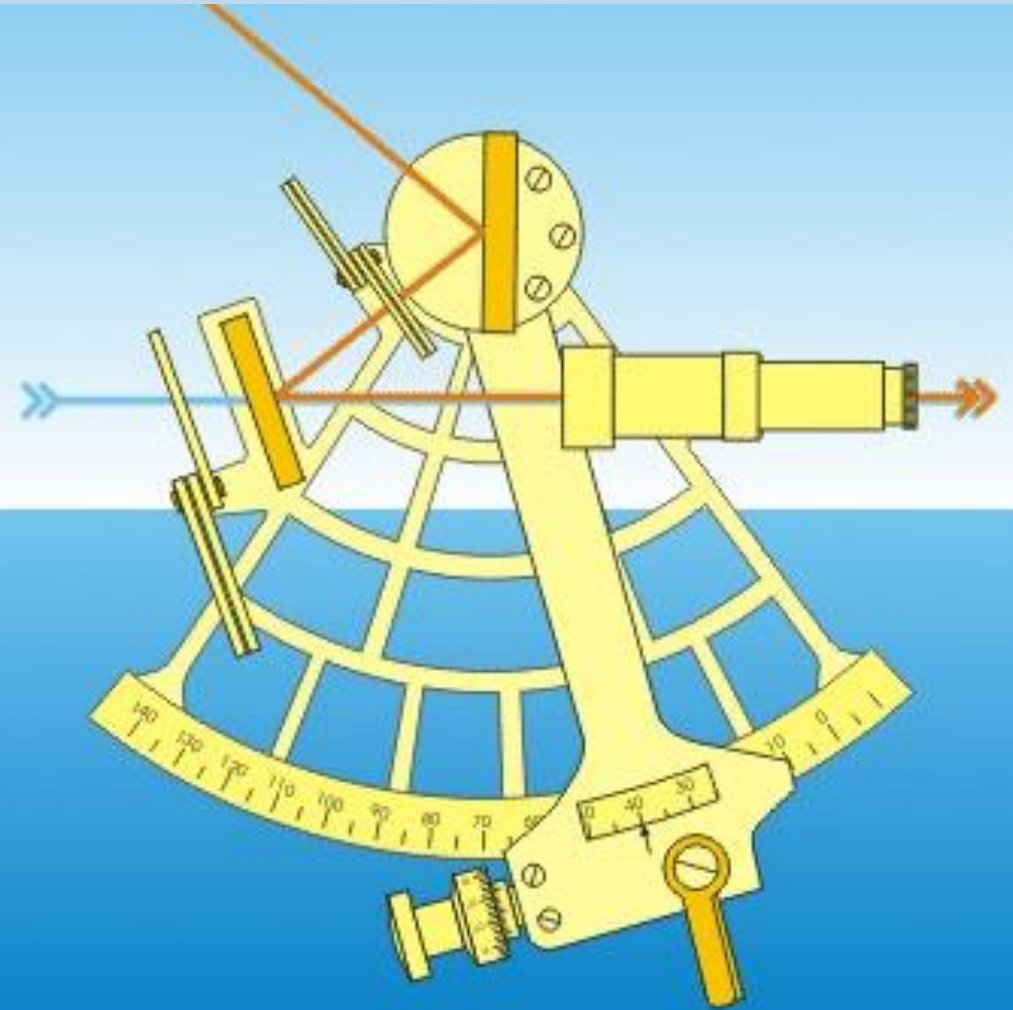
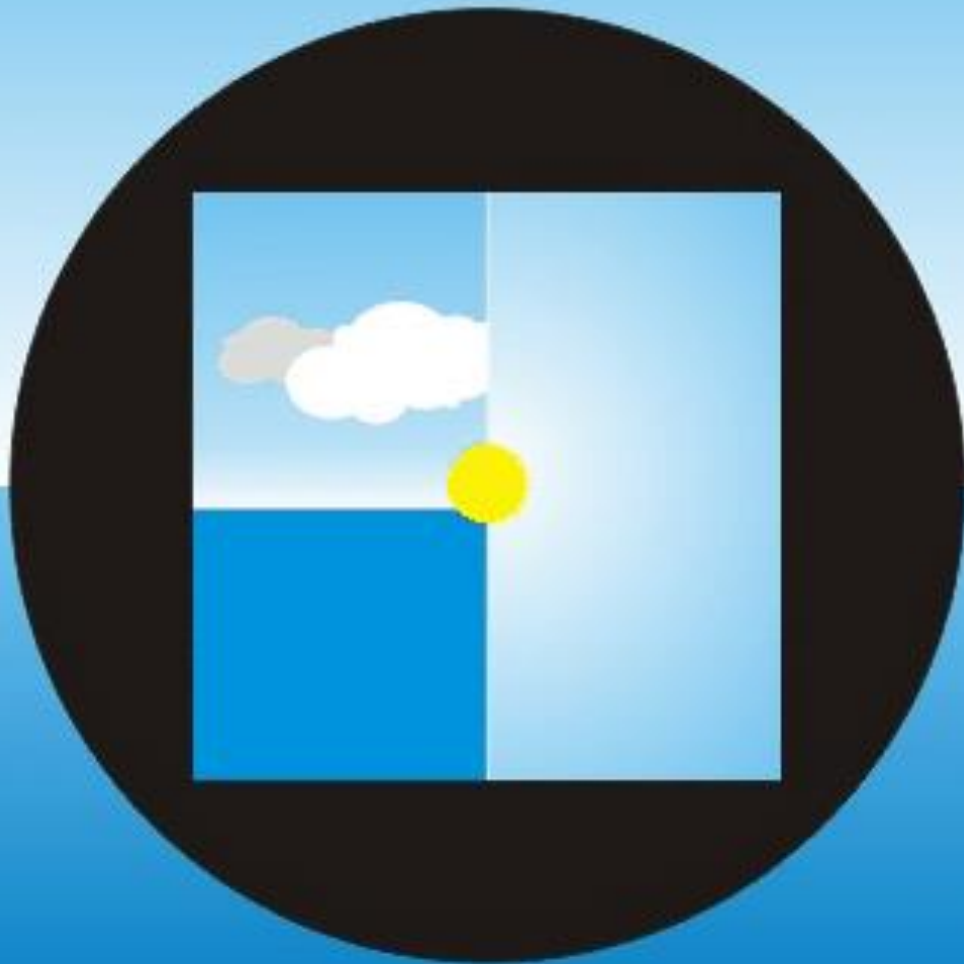
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



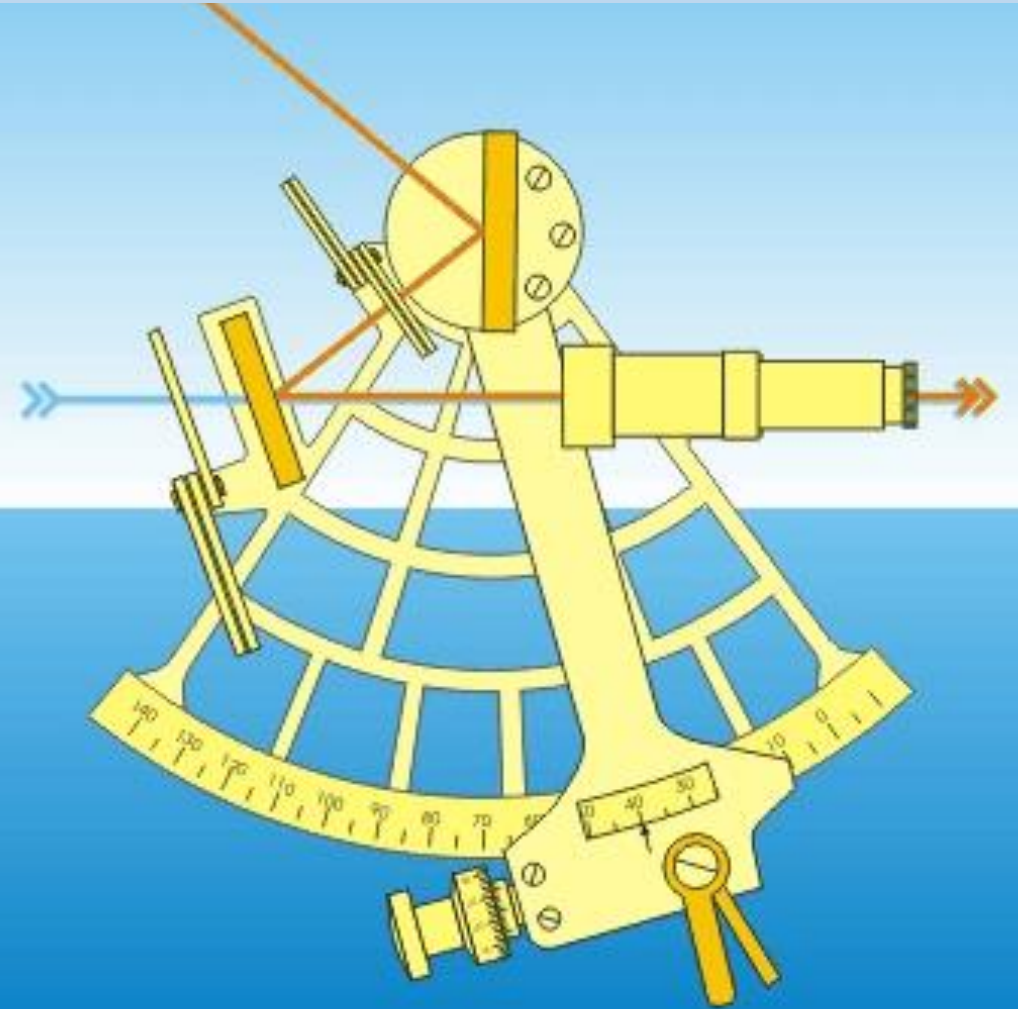
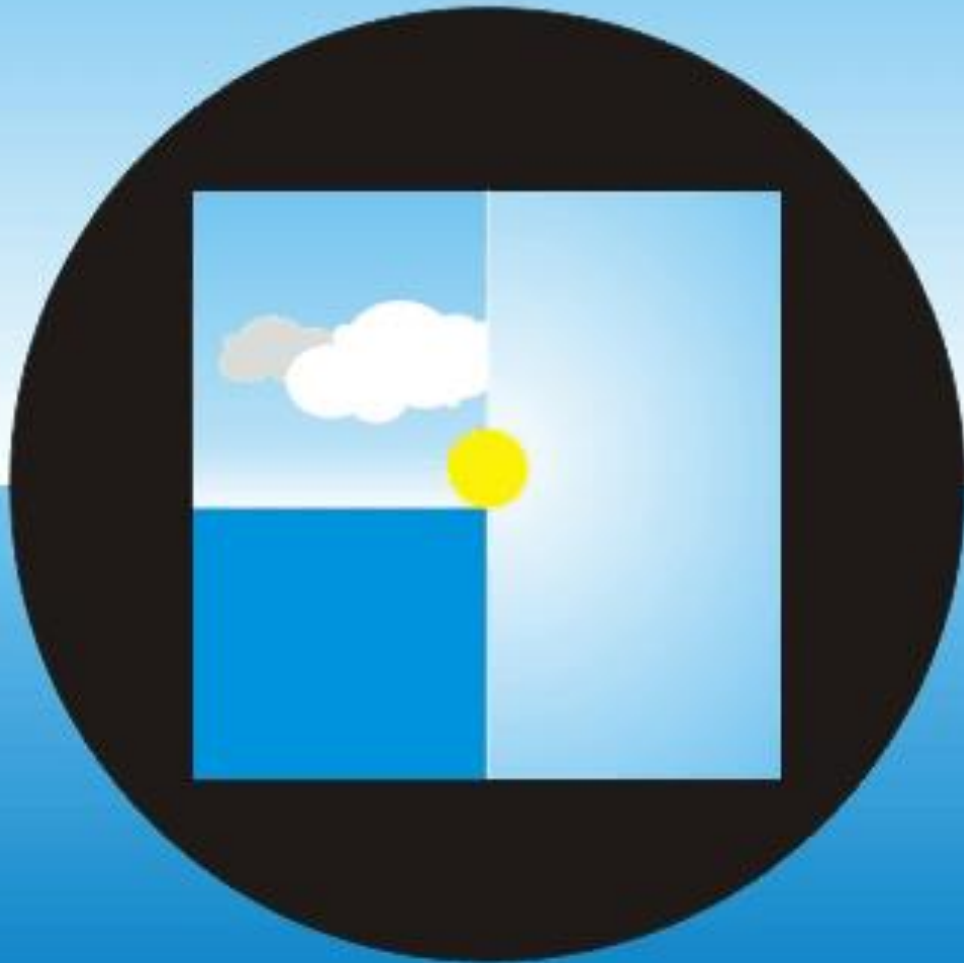
Observación con el Sextante

3. Continúa moviendo el brazo móvil para “bajar” el sol al horizonte



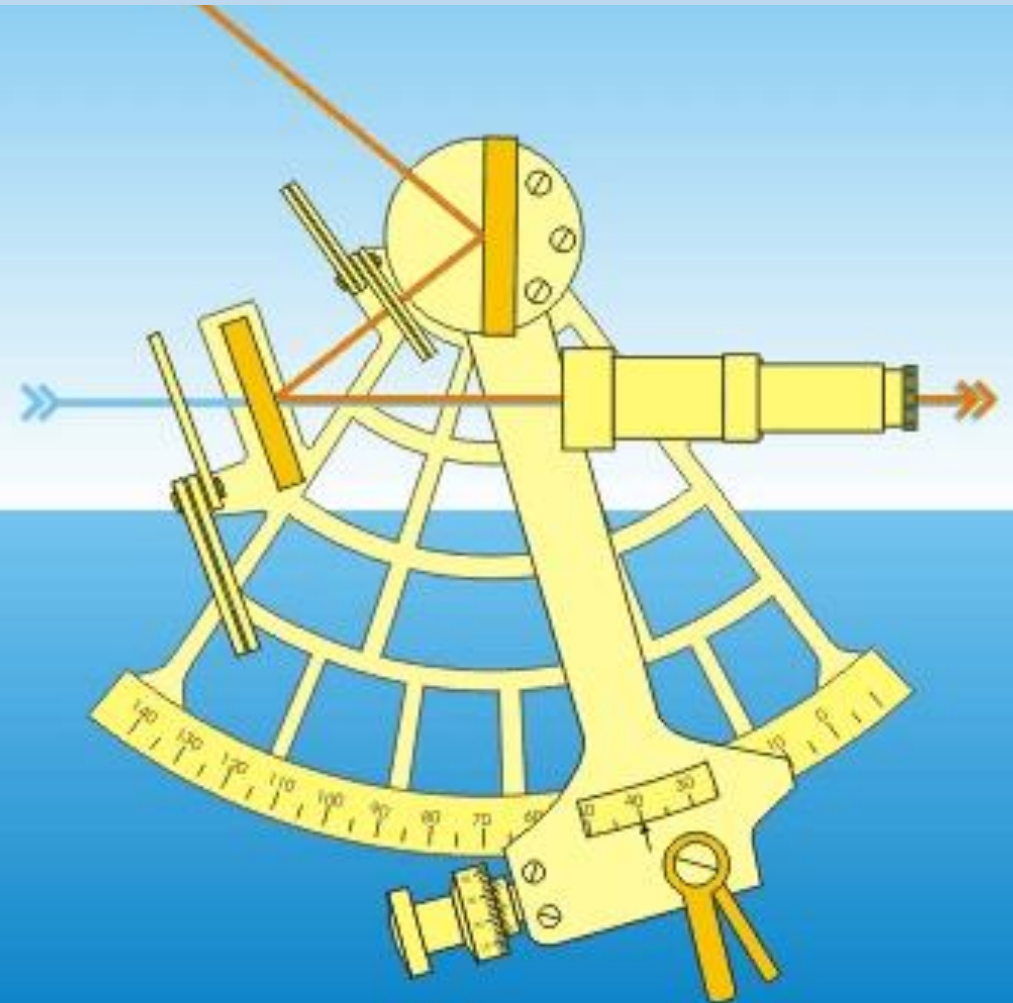
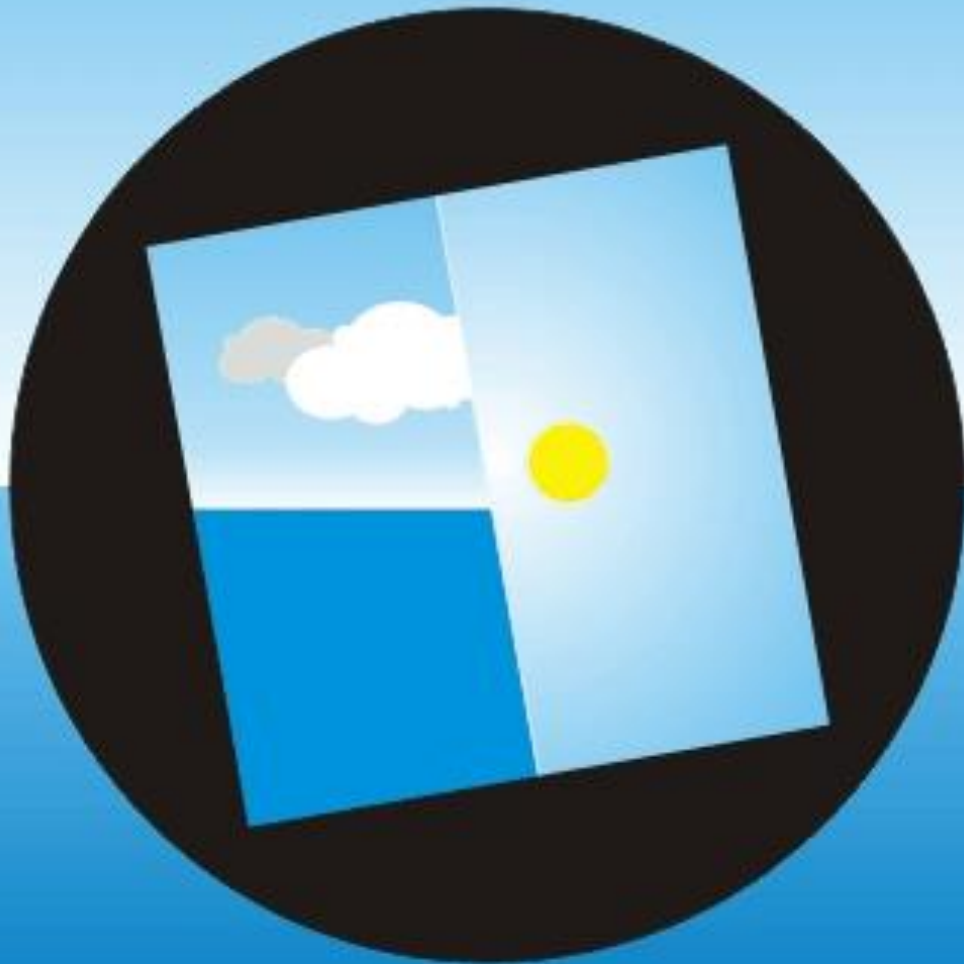
Observación con el Sextante

4. Suelta la trinka del brazo. Ajuste fino con el micrómetro.



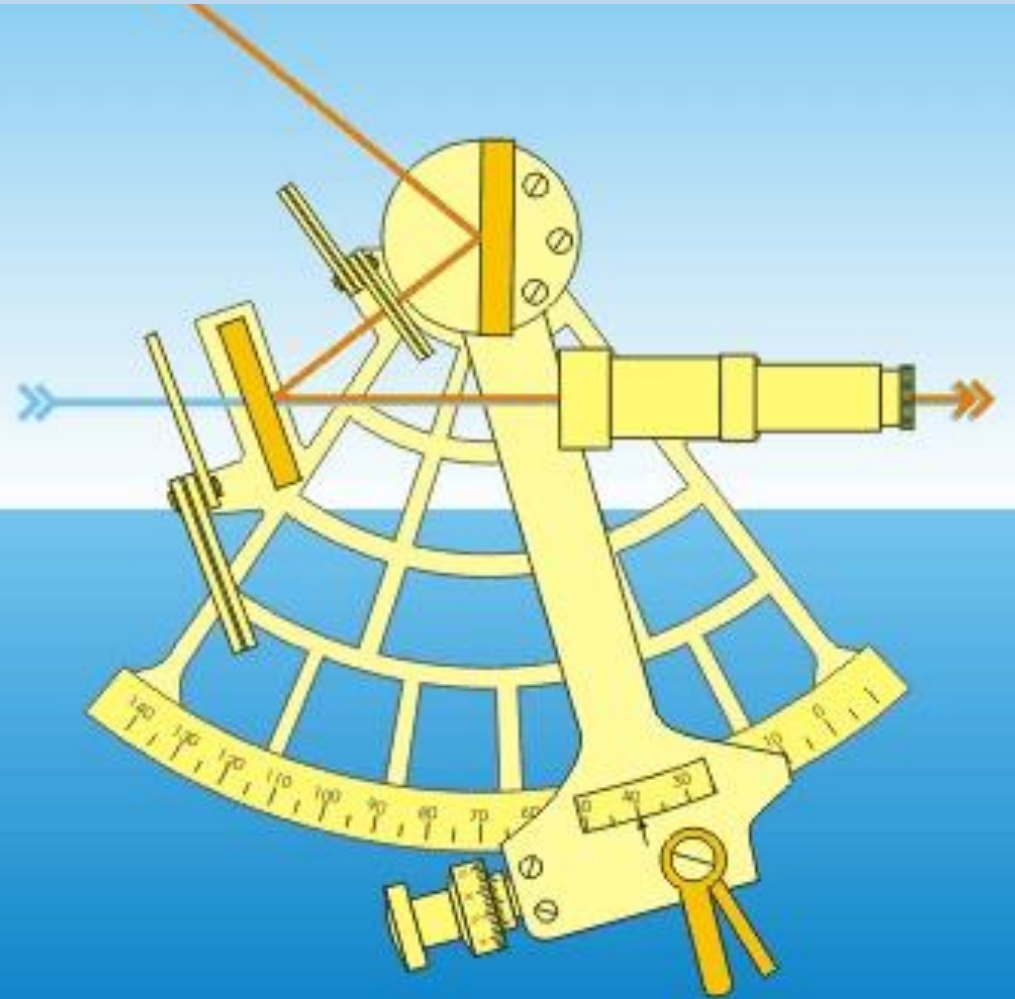
Observación con el Sextante

5. Oscila de lado a lado el sextante para tangentear el sol



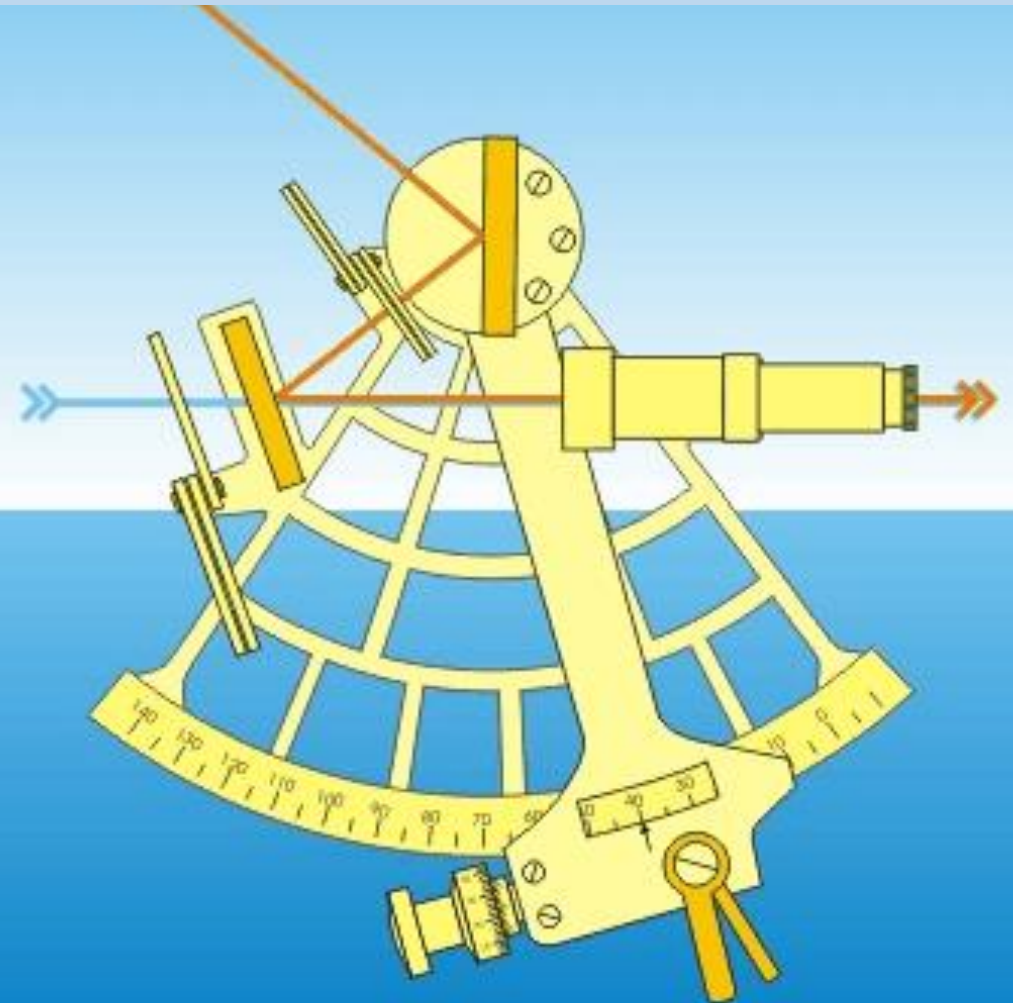
Observación con el Sextante

5. Oscila de lado a lado el sextante para tangentear el sol



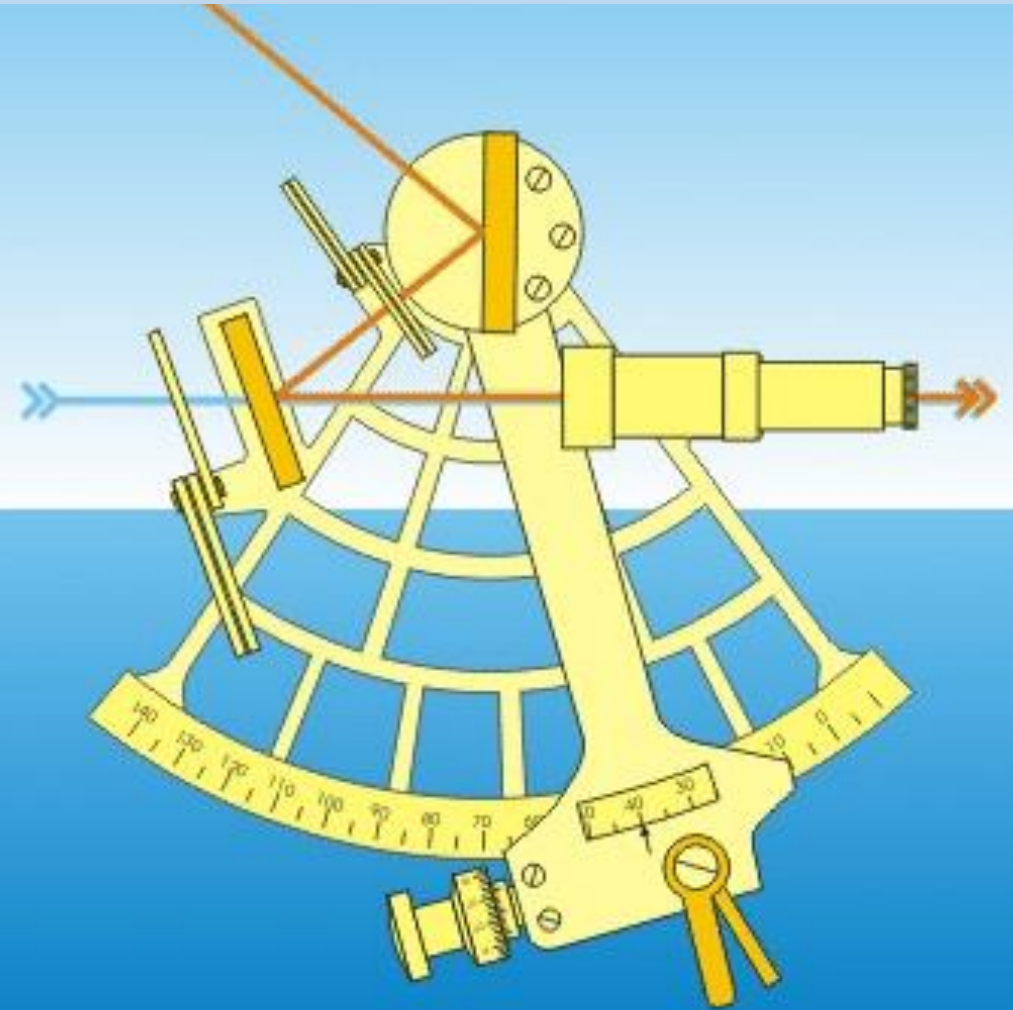
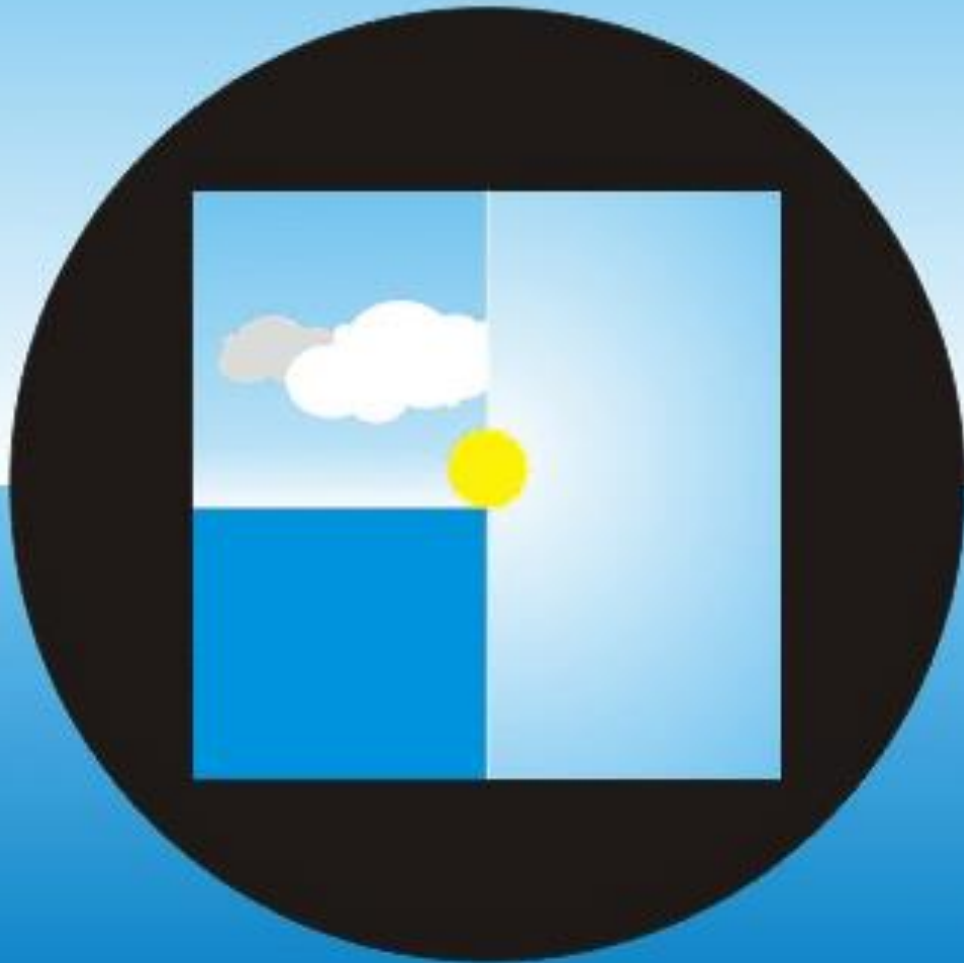
Observación con el Sextante

5. Oscila de lado a lado el sextante para tangentear el sol



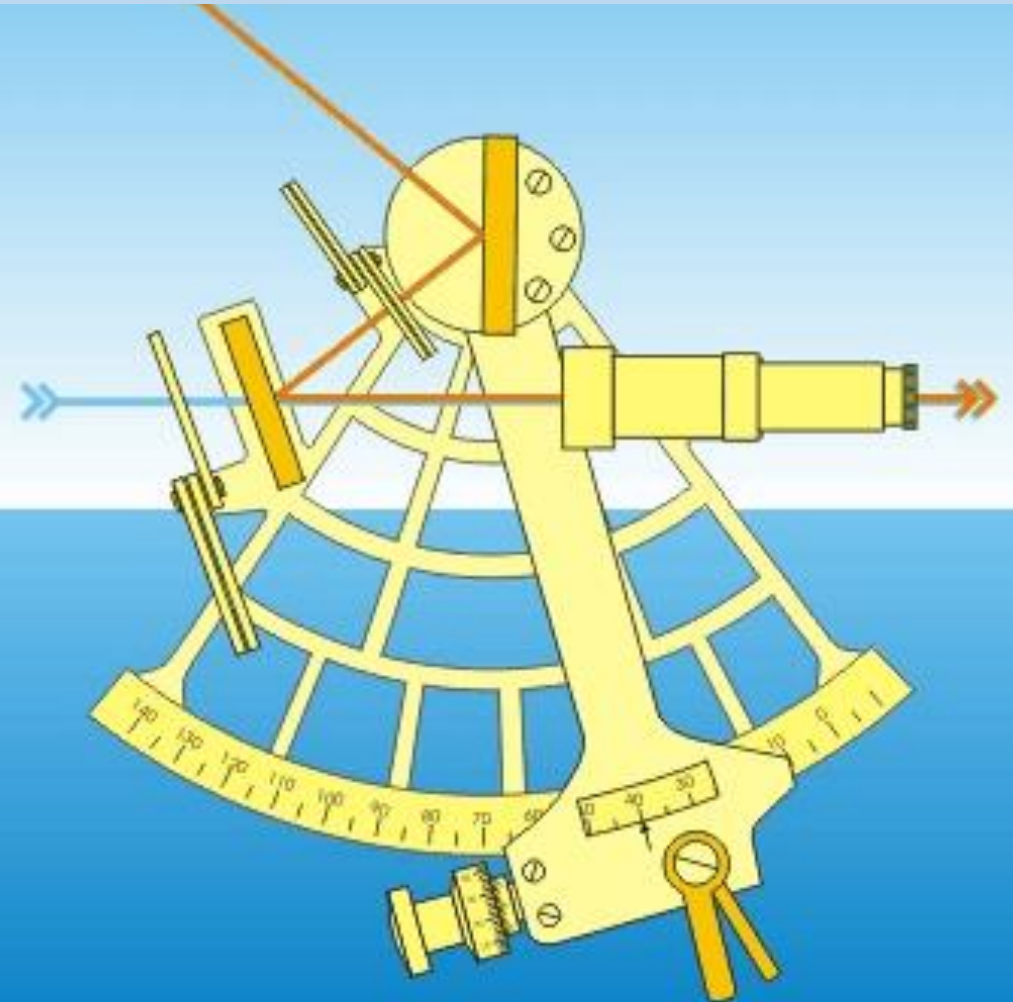
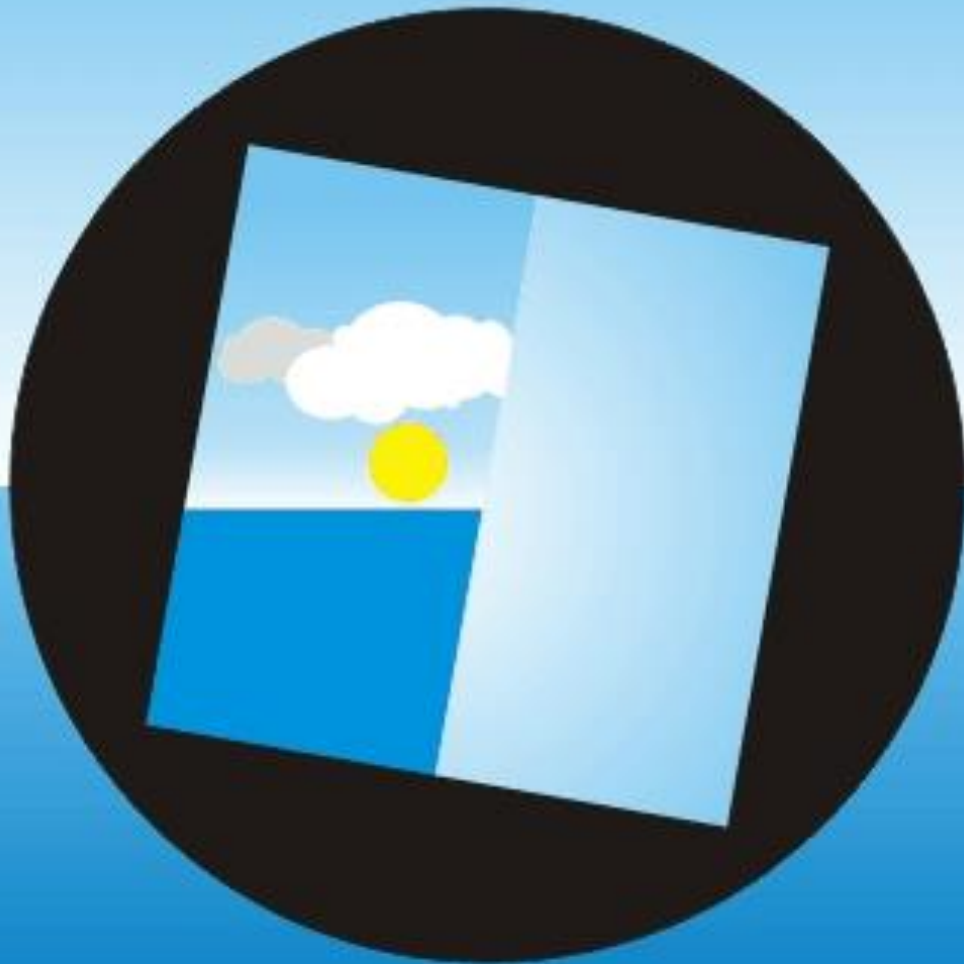
Observación con el Sextante

5. Oscila de lado a lado el sextante para tangentear el sol



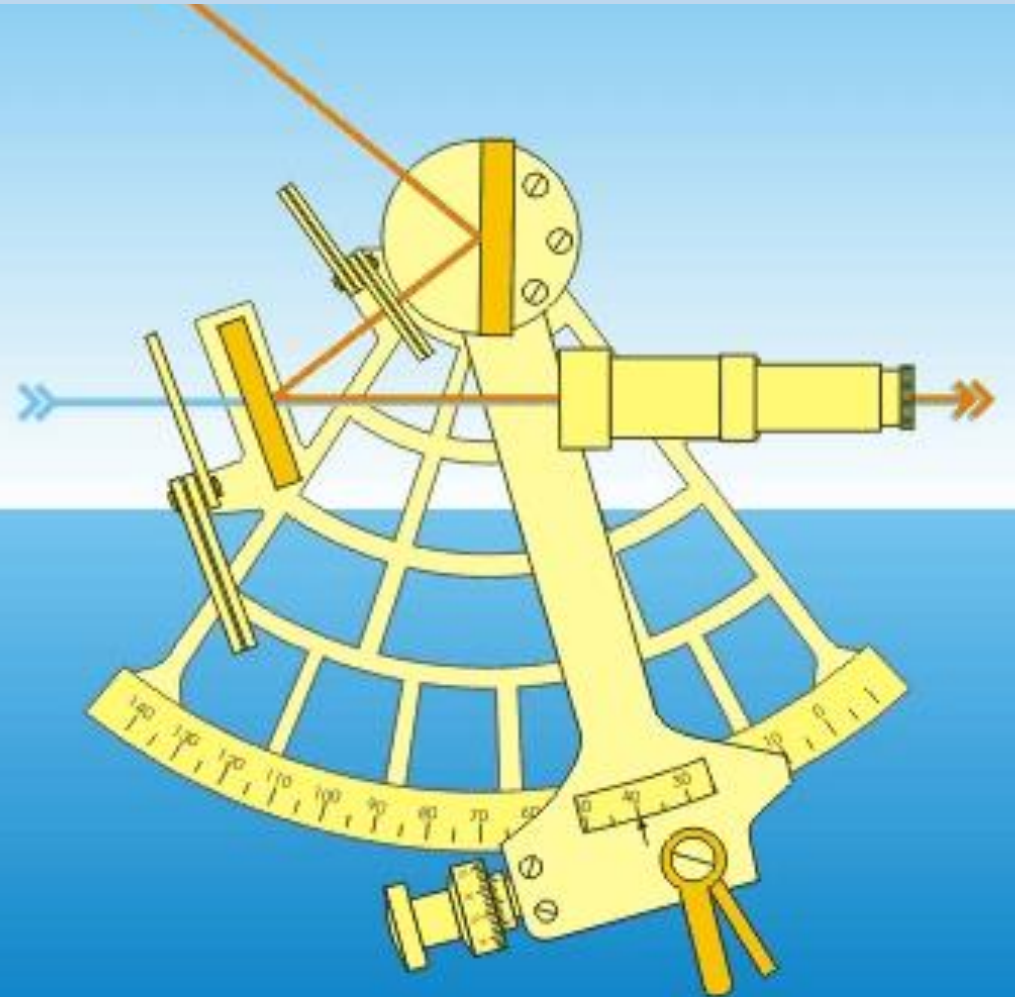
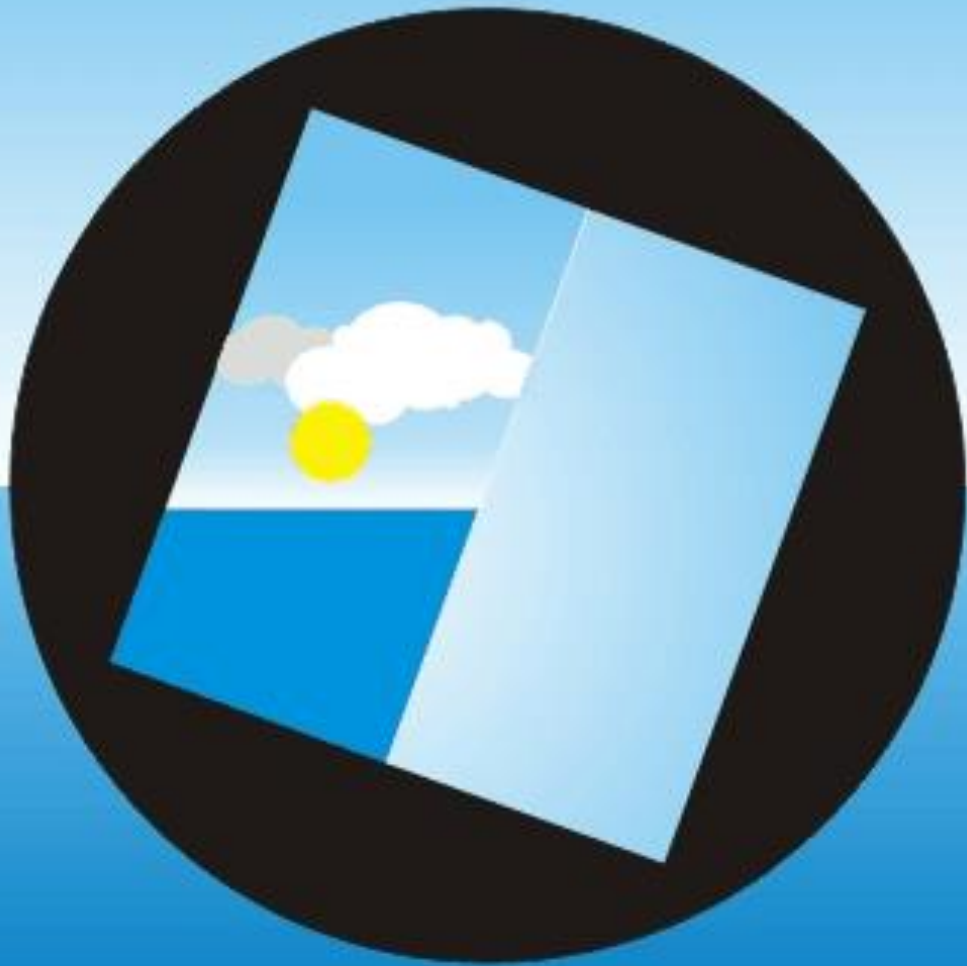
Observación con el Sextante

5. Oscila de lado a lado el sextante para tangentear el sol



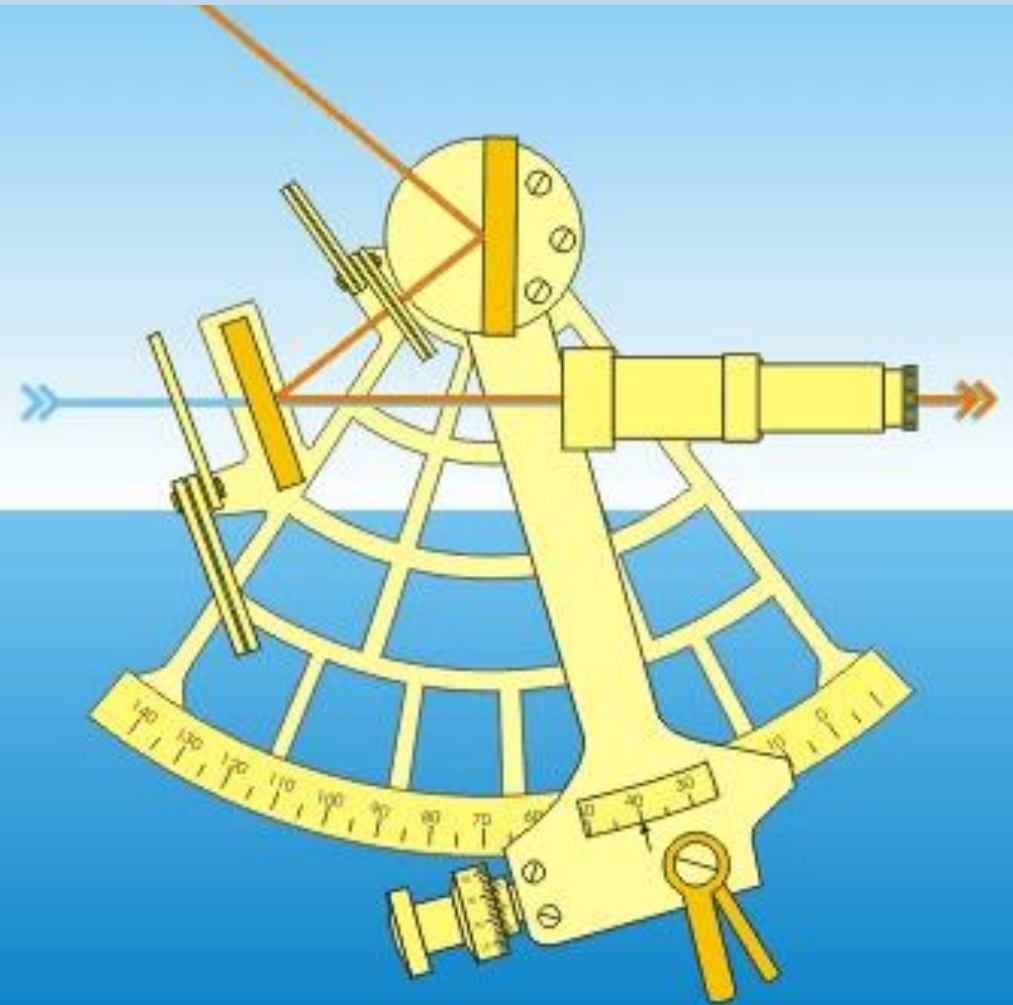
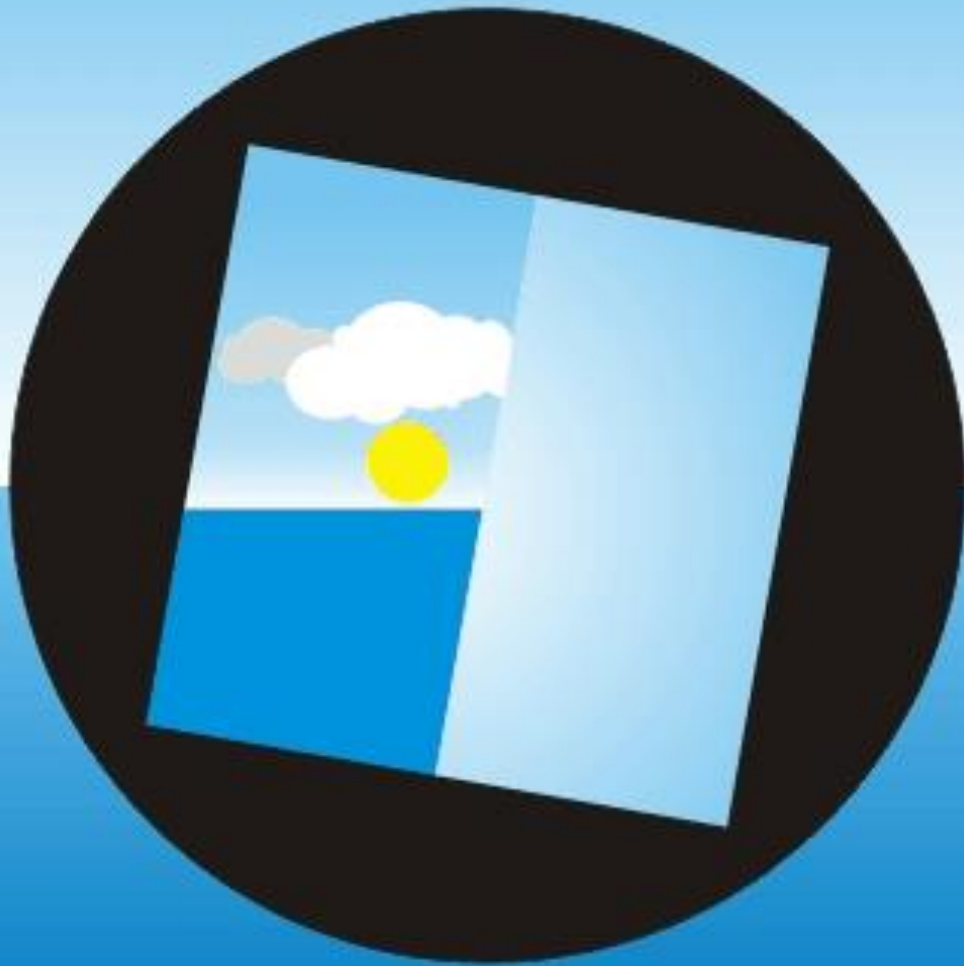
Observación con el Sextante

5. Oscila de lado a lado el sextante para tangentear el sol



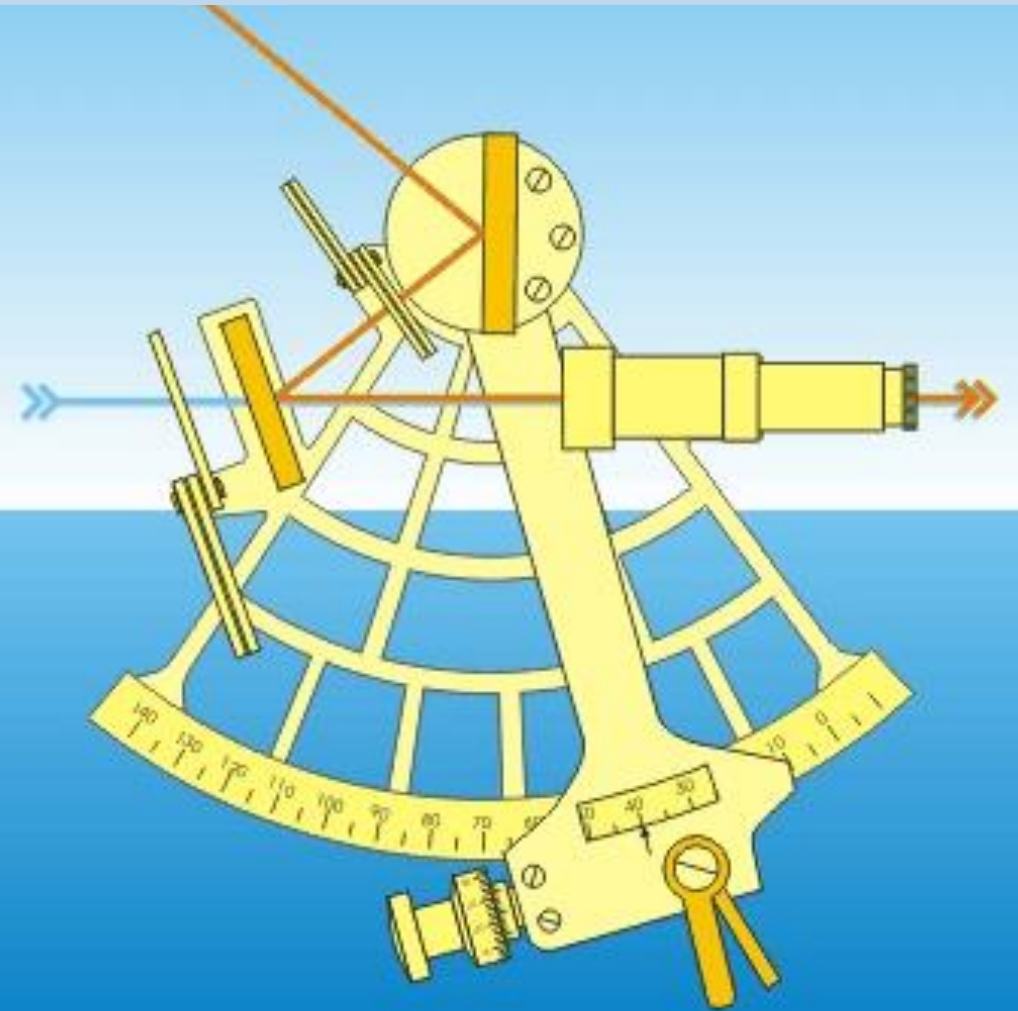
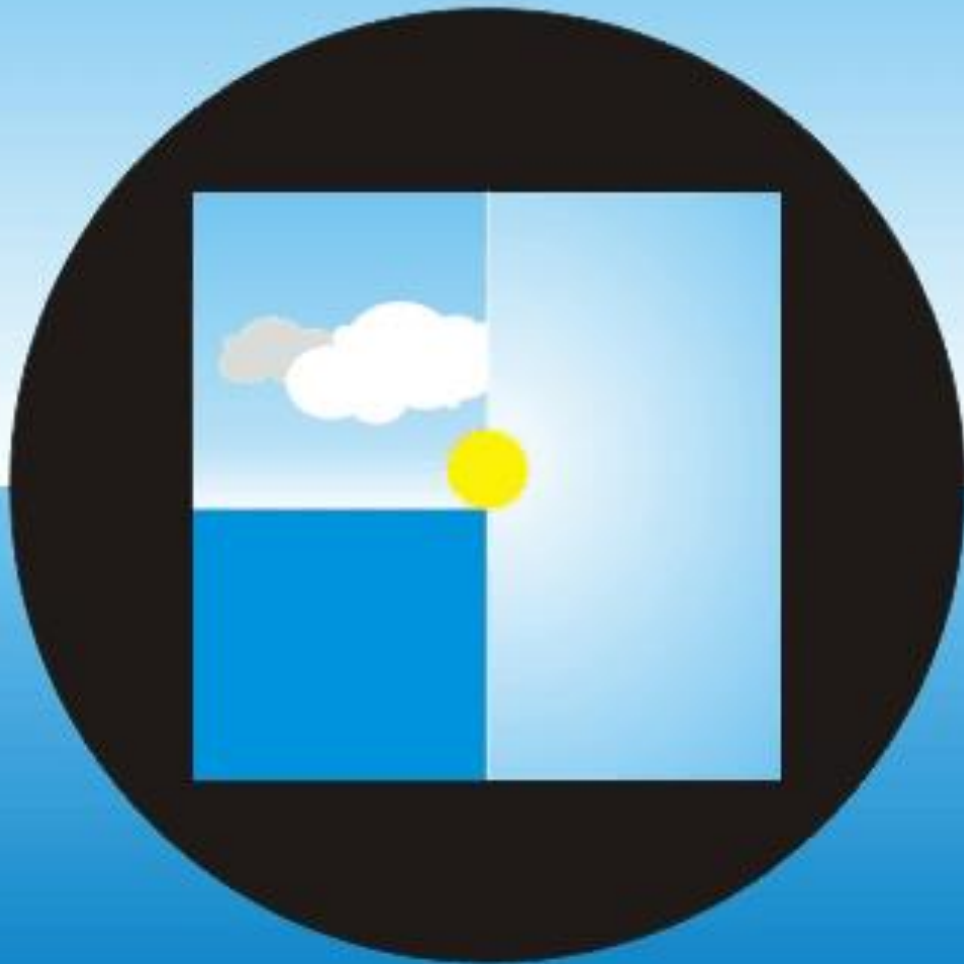
Observación con el Sextante

5. Oscila de lado a lado el sextante para tangentear el sol



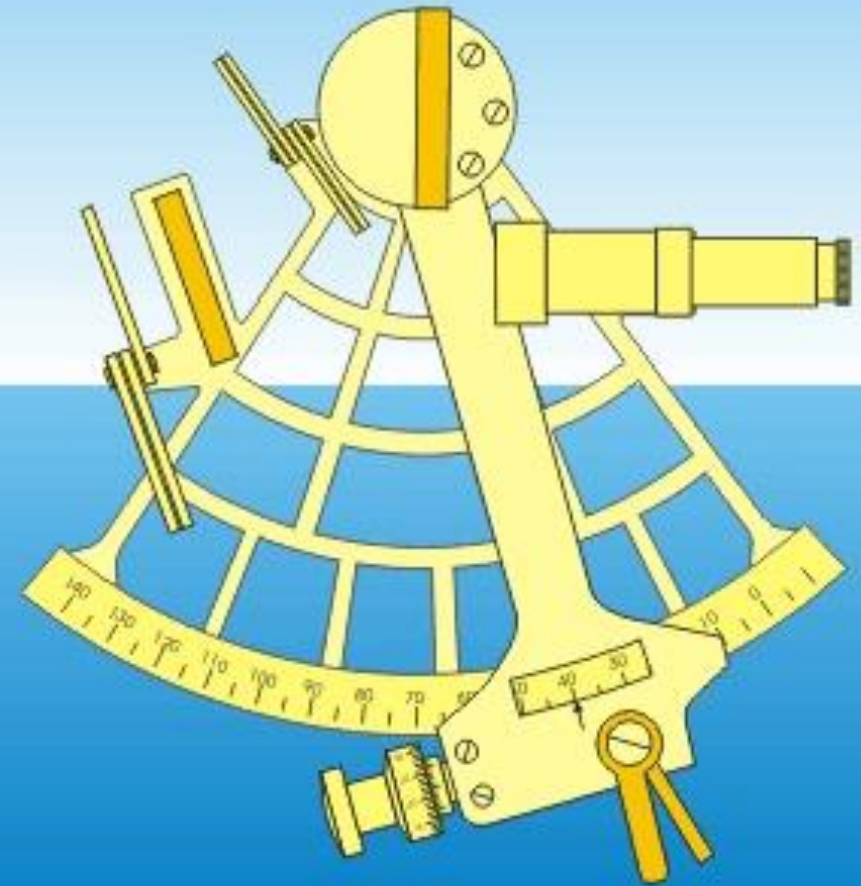
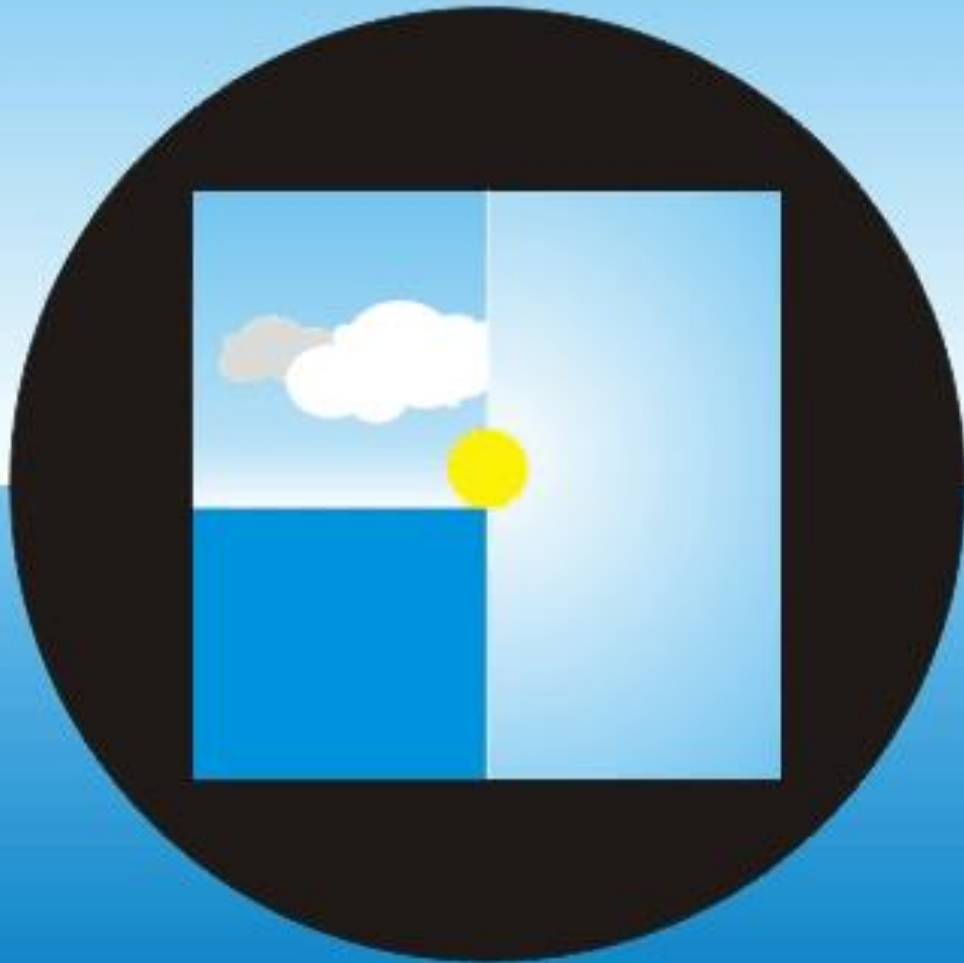
Observación con el Sextante

6. TOP!



Observación con el Sextante

7. Lectura del sextante

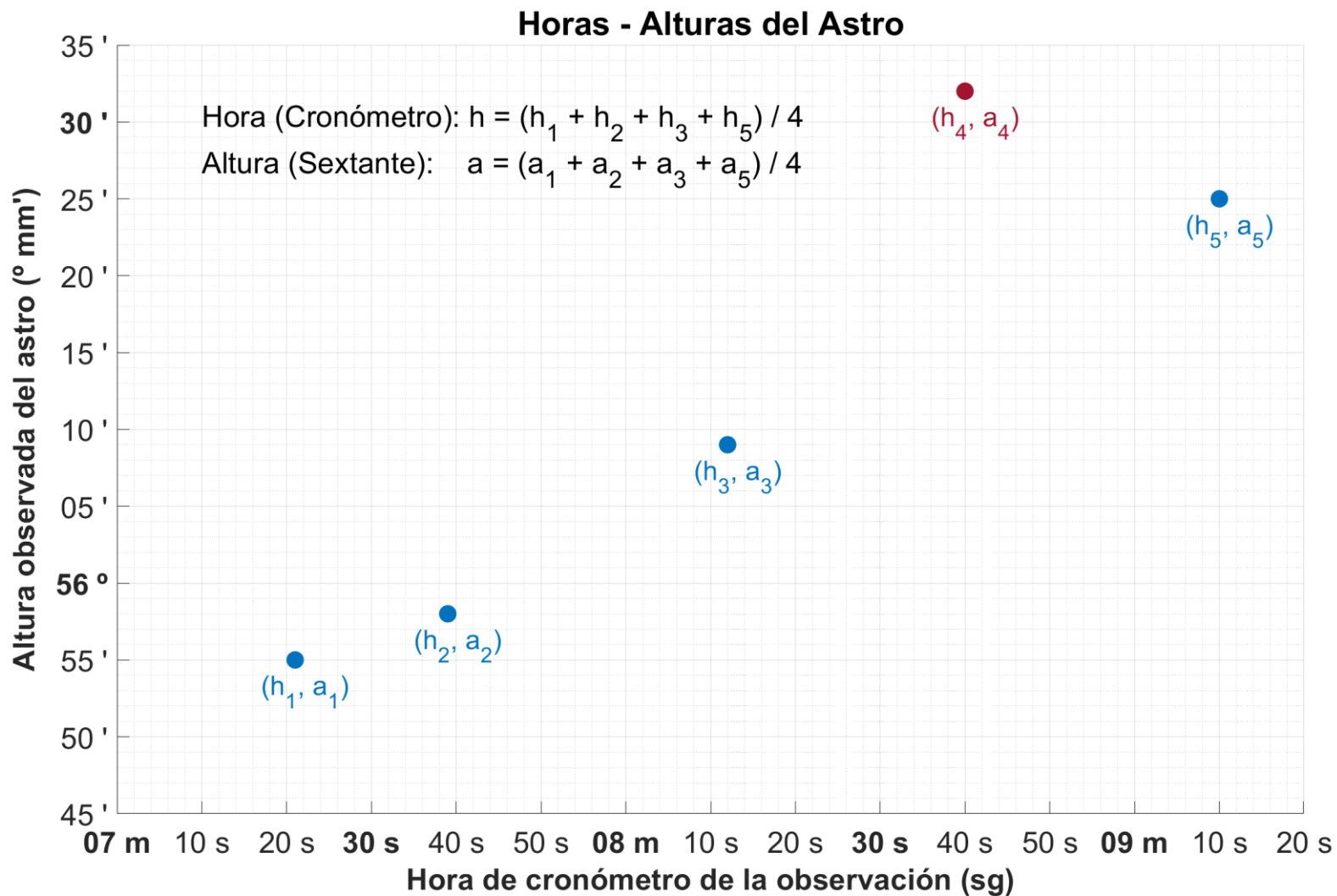


Correcciones del Sextante

Paso de Altura Observada a Altura Verdadera

- **Corrección de Índice:** Falta de paralelismo entre los dos espejos.
- **Corrección por Elevación del observador:** El observador no se encuentra al nivel del mar.
- **Corrección por Semidiámetro:** Para el sol o la luna se mide el limbo superior o inferior pero nunca el centro del astro.
- **Corrección por Refracción:** La atmósfera curva los rayos de luz que la atraviesan, depende de la altura del astro.
- **Corrección por Paralaje:** El observador se encuentra sobre la superficie de la tierra y no en su centro.

Reducción de la Observación



ORIO
MADA

Determinante Punto Aproximado

Astro:	Arcturus	Kochab	Altair
• Situación de Estima:			
• Latitud:	42° 00.0' N	42° 00.0' N	42° 00.0' N
• Longitud:	12° 00.0' W	12° 00.0' W	12° 00.0' W
• Hora UTC:	20h 30m 15s	20h 45m 30s	21h 10m 40s
• Δa (Av - Ae):	-12.1'	+16.8'	-10.9'
• Azimut:	244°	346°	124°

Navegación Astronómica

3. EJEMPLO RESUELTO

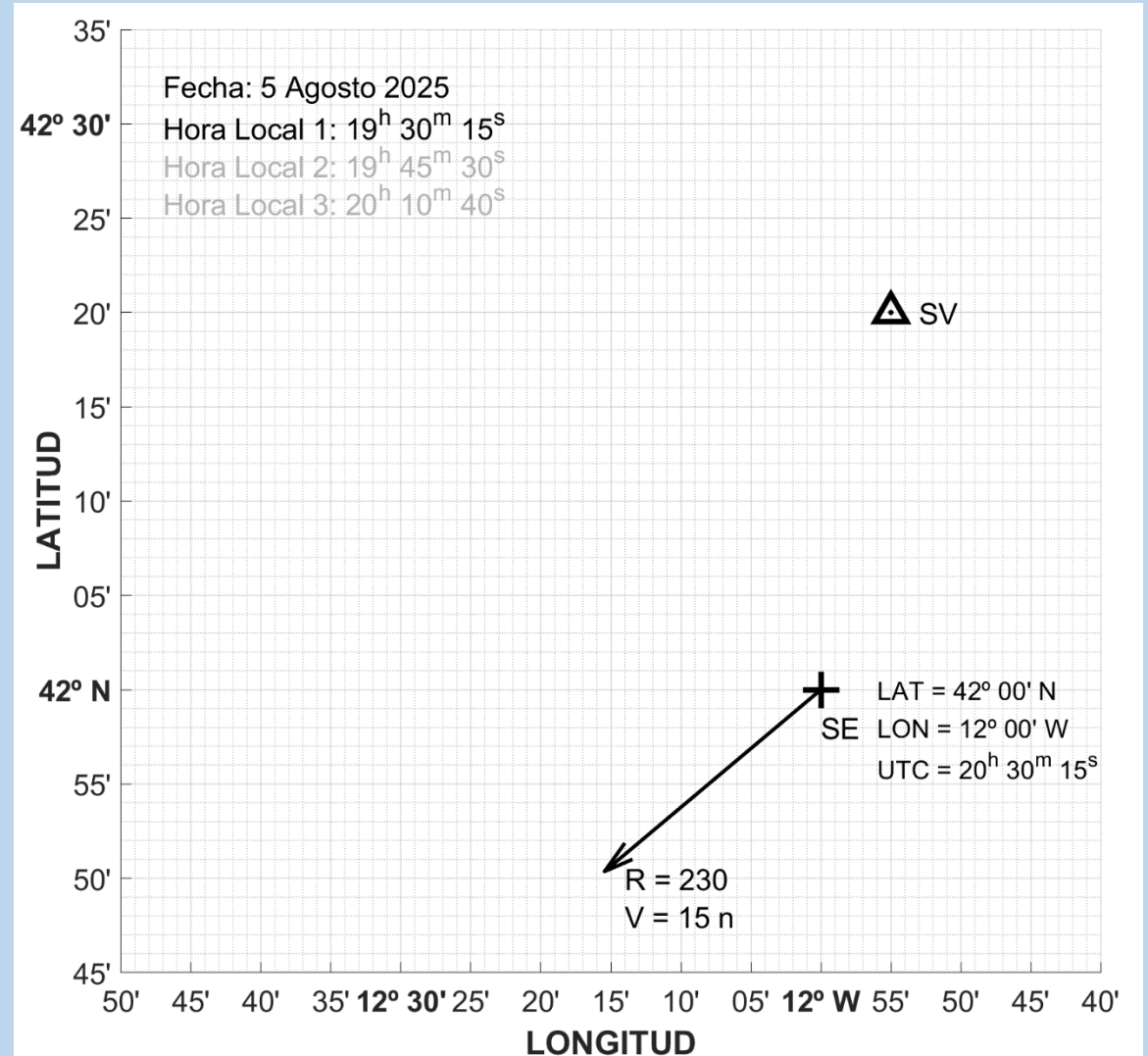
REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO
DE LA ARMADA



Ejemplo Resuelto (1)

Datos

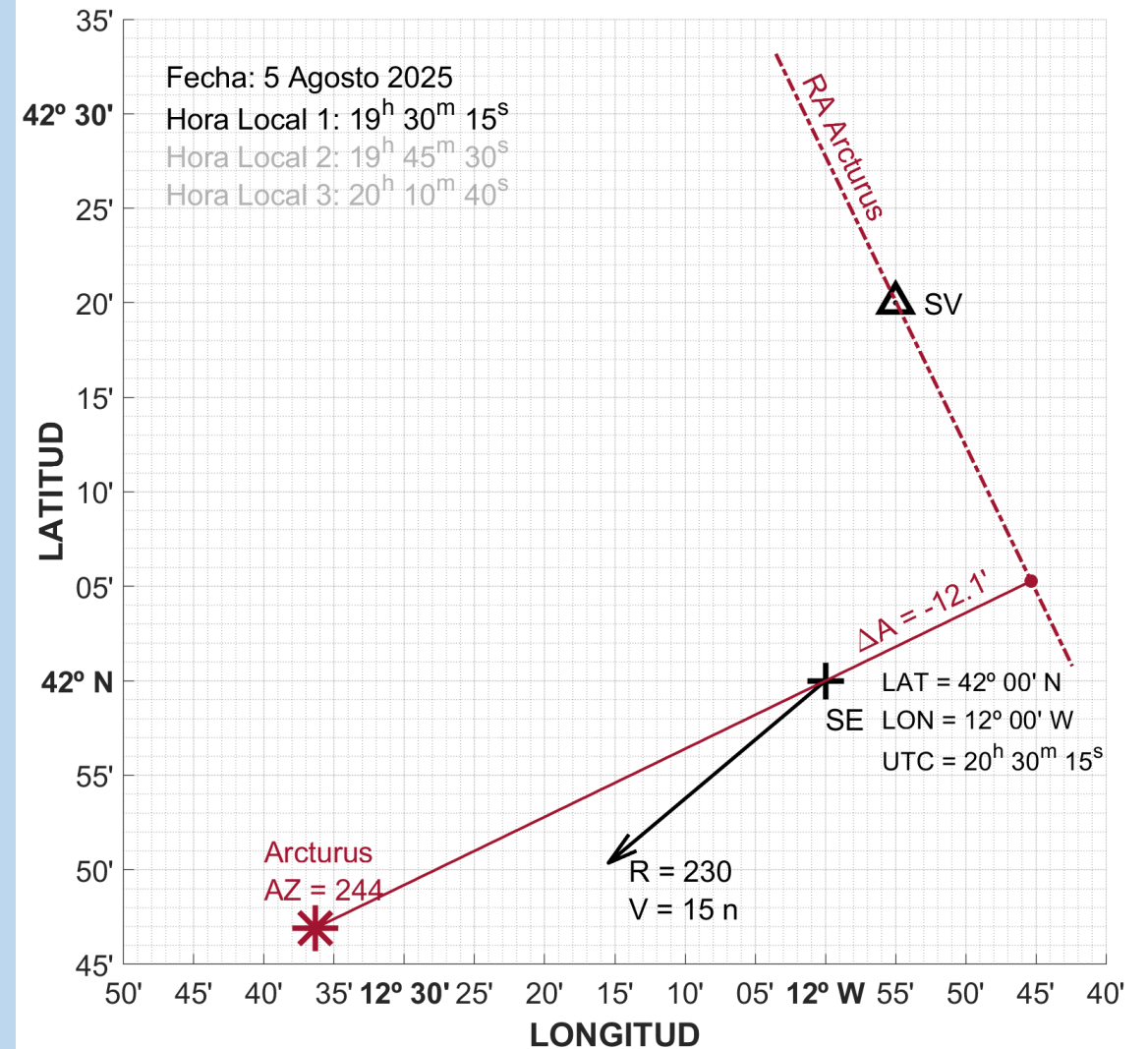
- Fecha 5 de Agosto de 2025
- Buque en el Océano Atlántico:
 - Rumbo: 230
 - Velocidad 15 nudos
- Situación de Estima:
 - Latitud Norte $42^{\circ} 00.0'$
 - Longitud Oeste $12^{\circ} 00.0'$
- Observación al crepúsculo vespertino:
 - Arcturus
 - Kochab
 - Altair
- Hora UTC observación 20h 30m 15s



Ejemplo Resuelto (2)

Estrella Arcturus

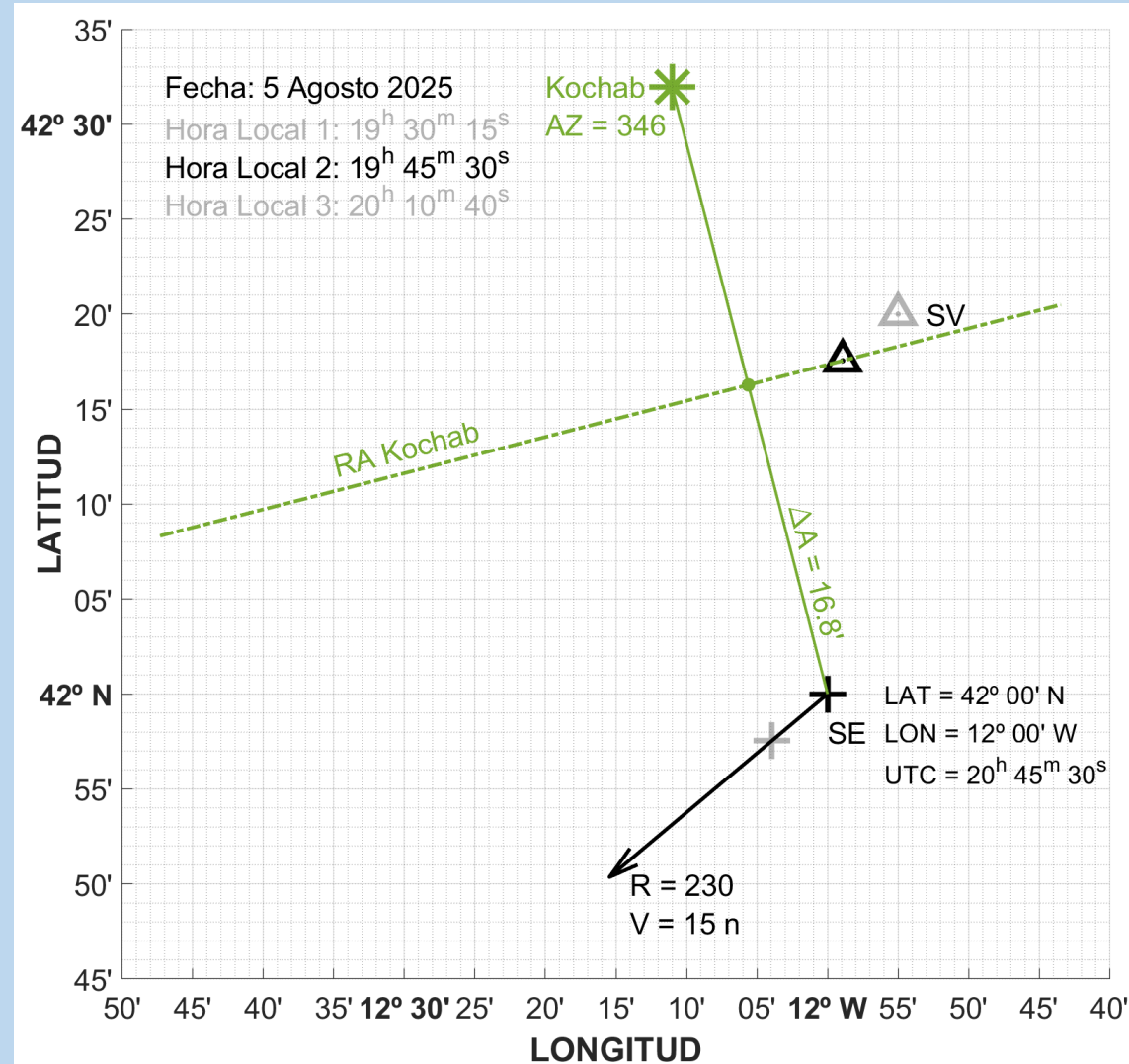
- Hora de observación UTC: 20h 30m 15s
- Situación de Estima:
 - Latitud $42^{\circ} 00' N$ / Longitud $12^{\circ} 00' W$
- Altura Verdadera (sextante) del astro:
 - $51^{\circ} 40.7'$
- Altura Estimada (calculada) del astro:
 - $51^{\circ} 52.8'$
- Azimut Estimado (calculado) del astro:
 - $244^{\circ} 9'$
- Ángulo Sidéreo / Declinación (Almanaque Náutico): $145^{\circ} 47.5'$ / $19^{\circ} 3.1'$ Norte.
- Horario en Greenwich de Aries (hG^{γ}) (Almanaque Náutico): $262^{\circ} 12.3'$



Ejemplo Resuelto (3)

Estrella Kochab

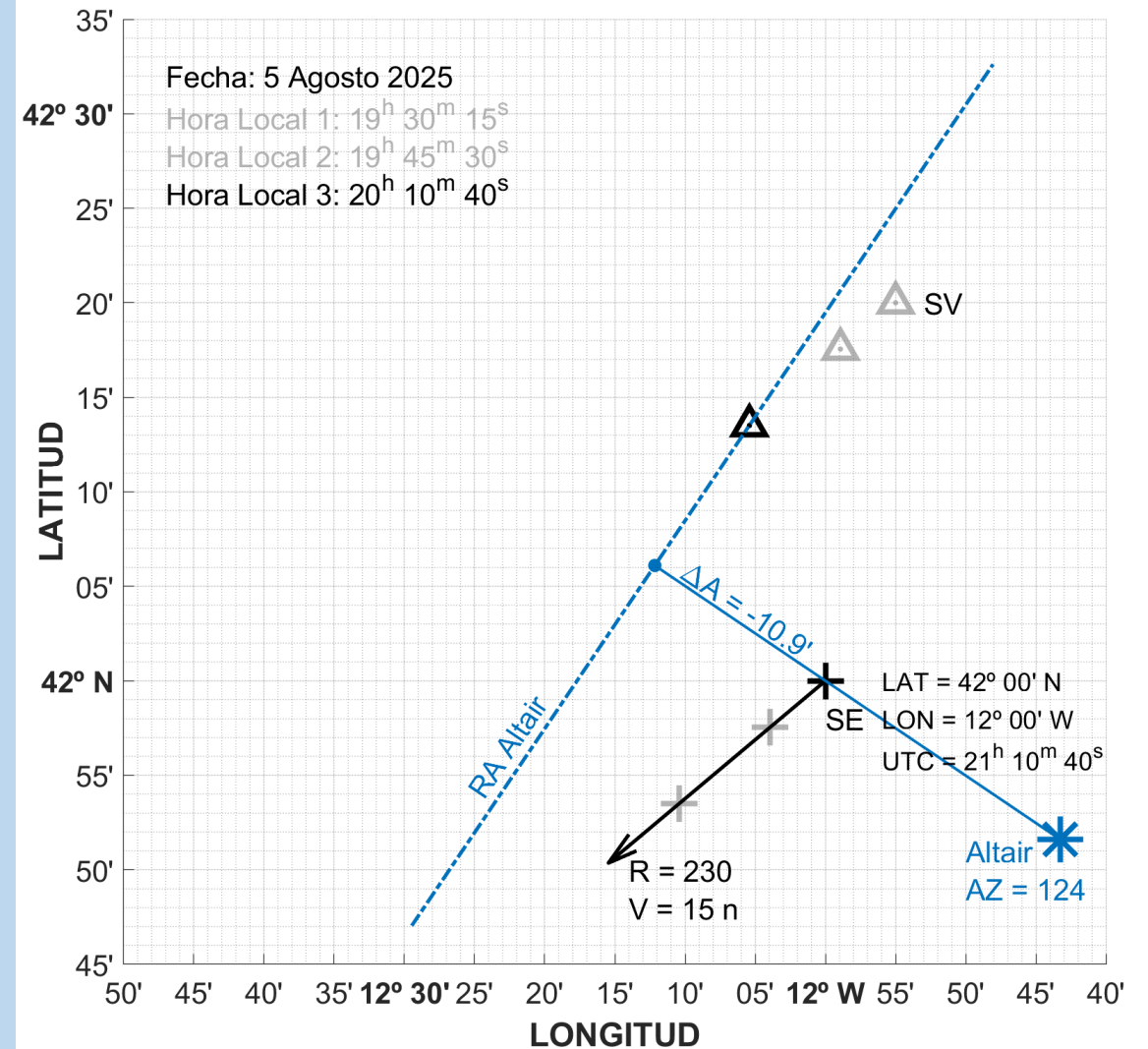
- Hora de observación UTC: 20h 45m 30s
- Situación de Estima:
 - Latitud $42^{\circ} 00' N$ / Longitud $12^{\circ} 00' W$
- Altura Verdadera (sextante) del astro:
 - $55^{\circ} 8.2'$
- Altura Estimada (calculada) del astro:
 - $54^{\circ} 51.4'$
- Azimut Estimado (calculado) del astro:
 - $345^{\circ} 37'$
- Ángulo Sidéreo / Declinación (Almanaque Náutico): $137^{\circ} 19.9' / 74^{\circ} 3.3'$ Norte.
- Horario en Greenwich de Aries: hG^{Υ}
(Almanaque Náutico): $266^{\circ} 1.7'$



Ejemplo Resuelto (4)

Estrella Altair

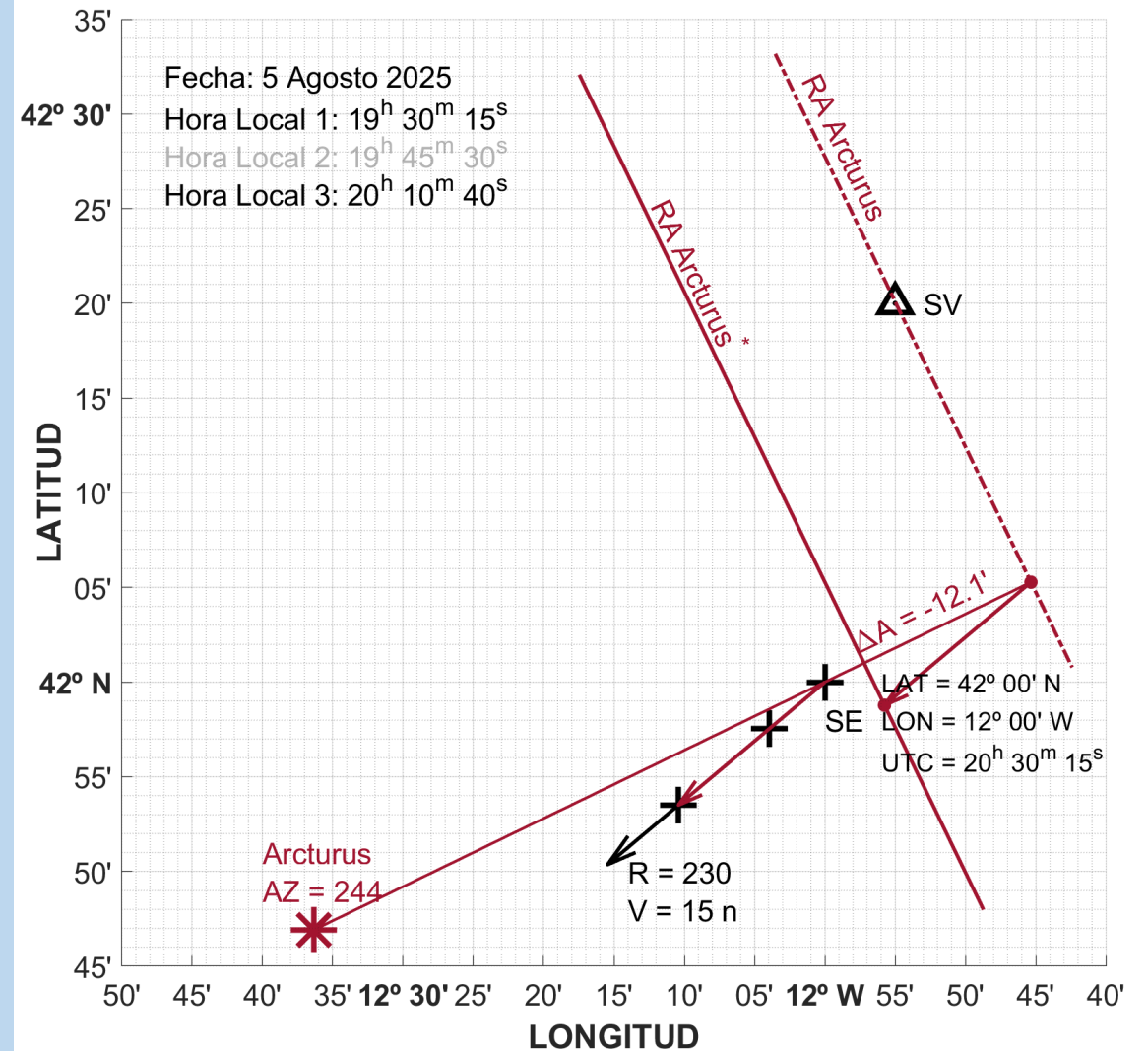
- Hora de observación UTC: 21h 10m 40s
- Situación de Estima:
 - Latitud $42^{\circ} 00' N$ / Longitud $12^{\circ} 00' W$
- Altura Verdadera (sextante) del astro:
 - $43^{\circ} 3.2'$
- Altura Estimada (calculada) del astro:
 - $43^{\circ} 14.1'$
- Azimut Estimado (calculado) del astro:
 - $124^{\circ} 2'$
- Ángulo Sidéreo / Declinación (Almanaque Náutico): $61^{\circ} 59.2'$ / $8^{\circ} 56.3'$ Norte.
- Horario en Greenwich de Aries hG^{Υ} (Almanaque Náutico): $272^{\circ} 20.2'$



Ejemplo Resuelto (5)

Consideraciones

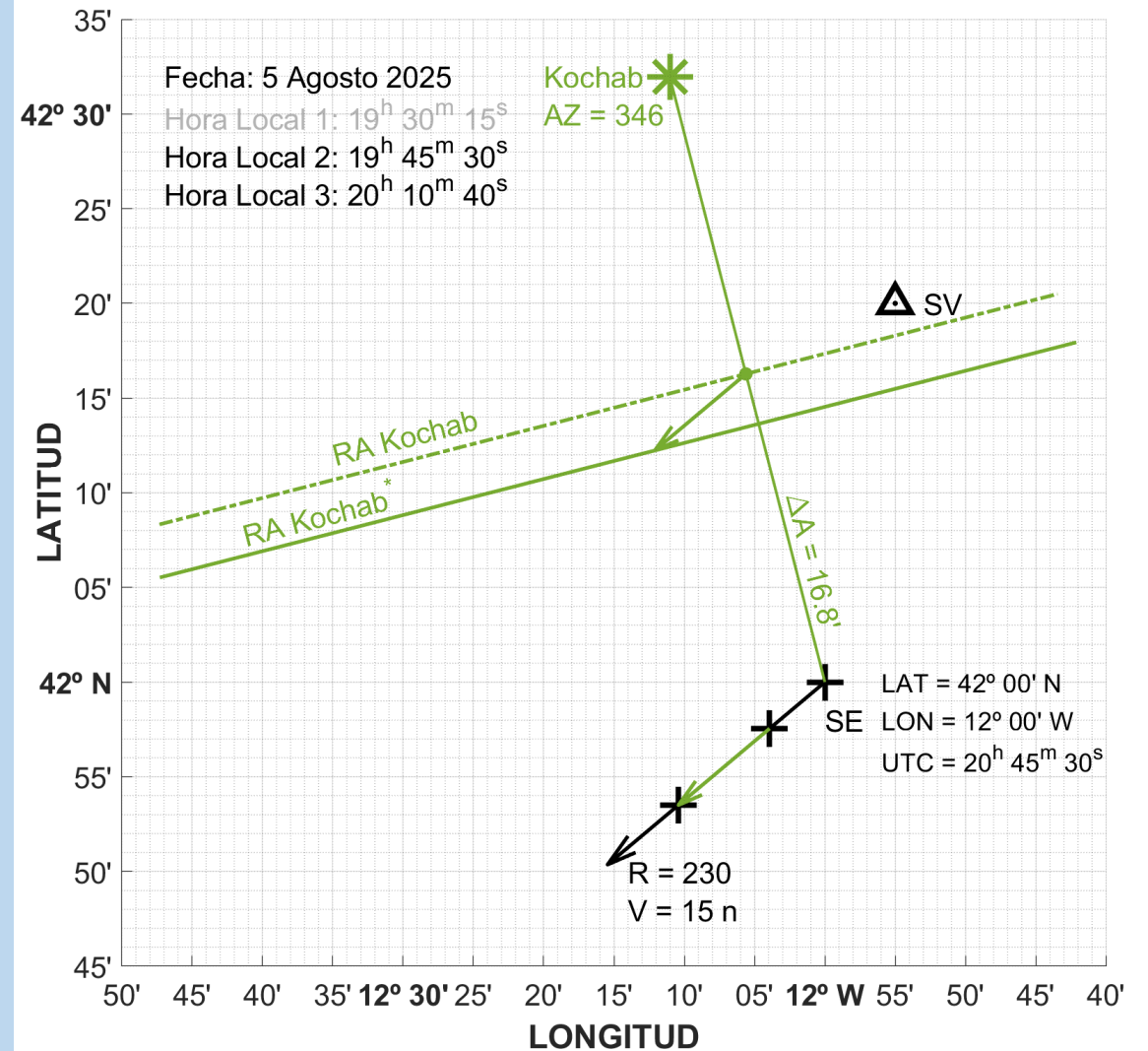
- Cada recta de altura pasa por la situación verdadera (desconocida) del buque a la hora de la observación
- Las tres rectas de altura no son simultáneas.
- El buque ha continuado navegando entre observaciones.
- Para hallar la situación a la hora de la tercera observación hay que trasladar las RAs primera y segunda a la hora de la tercera.



Ejemplo Resuelto (6)

Consideraciones

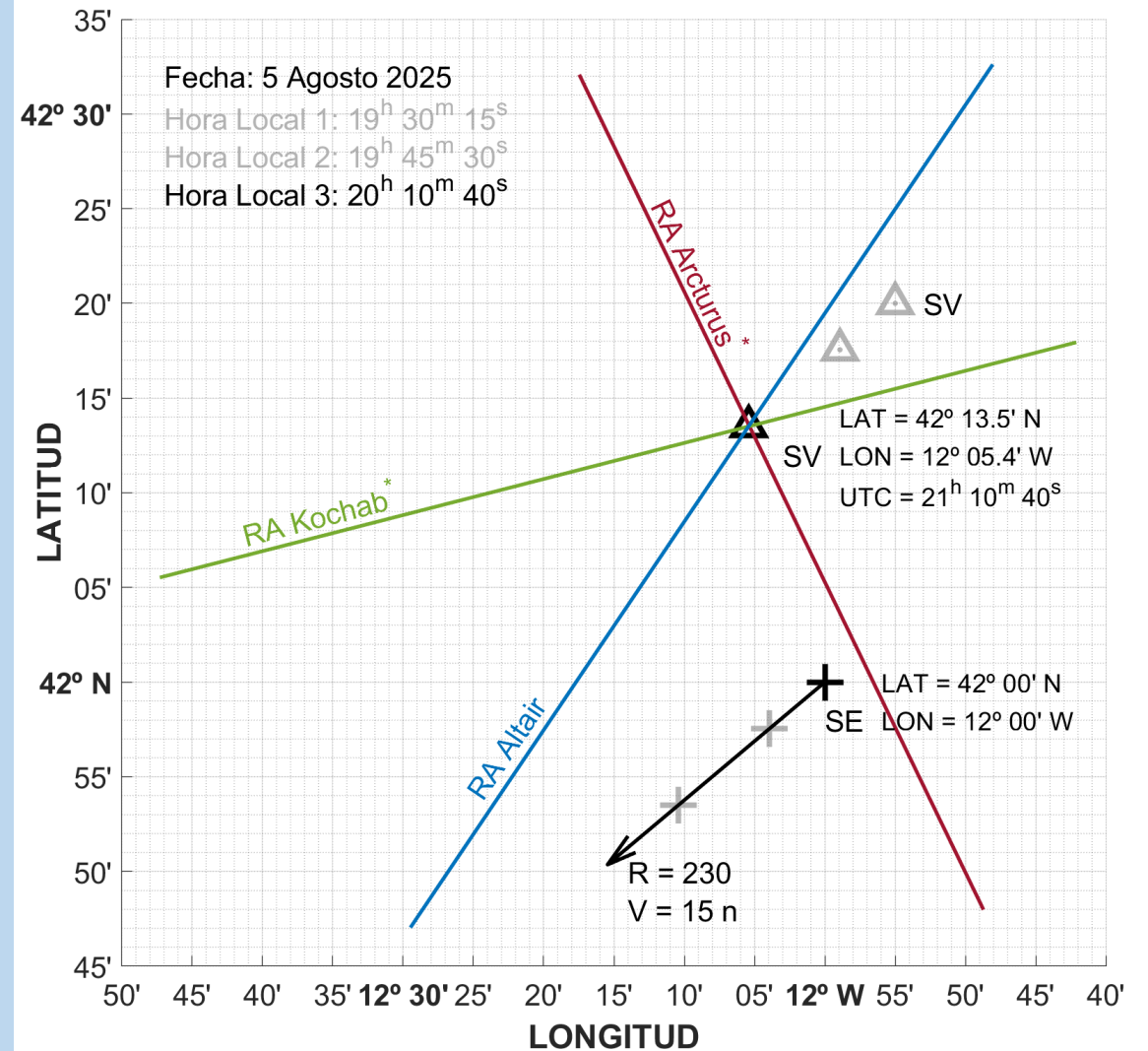
- Cada recta de altura pasa por la situación verdadera (desconocida) del buque a la hora de la observación
- Las tres rectas de altura no son simultáneas.
- El buque ha continuado navegando entre observaciones.
- Para hallar la situación a la hora de la tercera observación hay que trasladar las RAs primera y segunda a la hora de la tercera.



Ejemplo Resuelto (7)

Consideraciones

- Cada recta de altura pasa por la situación verdadera (desconocida) del buque a la hora de la observación
- Las tres rectas de altura no son simultáneas.
- El buque ha continuado navegando entre observaciones.
- Para hallar la situación a la hora de la tercera observación hay que trasladar las RAs primera y segunda a la hora de la tercera.



Navegación Astronómica

4. APÉNDICE

REAL INSTITUTO Y OBSERVATORIO
DE LA ARMADA



Apéndice (1)

Datos empleados para el planteamiento del problema ejemplo

Fecha:

- 5 de Agosto de 2025

Situación de Estima:

- Hora local: 19h 30m 15s
- Latitud: 42° 00.0' Norte (N)
- Longitud: 12° 00.0' Oeste (W)
- Rumbo del buque: 230°
- Velocidad: 15 nudos.
- Huso horario: -1

Astros, horas y alturas observadas:

- Arcturus:

Hora local: 19h 30m 15s

Altura verdadera: 51° 40.7'

- Kochab:

Hora local: 19h 45m 30s

Altura verdadera: 55° 8.2'

- Altair:

Hora local: 20h 10m 40s

Altura verdadera: 43° 3.2'

Apéndice (2)

Datos obtenidos del Almanaque Náutico

Coordenadas de Astros:

- Arcturus:

Declinación: $19^{\circ} 3.1' N$

Ángulo Sidéreo: $145^{\circ} 47.5'$

- Kochab:

Declinación: $74^{\circ} 3.3' N$

Ángulo Sidéreo: $137^{\circ} 19.9'$

- Altair:

Declinación: $8^{\circ} 56.3' N$

Ángulo Sidéreo: $61^{\circ} 59.2'$

Horario en Greenwich de Aries Υ :

- Arcturus:

Hora UTC: 20h 30m 15s

Horario $hG\Upsilon$: $262^{\circ} 12.3'$
(= $254^{\circ} 37.3' + 7^{\circ} 35'$)

- Kochab:

Hora UTC: 20h 45m 30s

Horario $hG\Upsilon$: $266^{\circ} 1.7'$

- Altair:

Hora UTC: 21h 10m 40s

Horario $hG\Upsilon$: $272^{\circ} 20.2'$

A.S.*

Table with 12 columns (Nº, NOMBRE, Mag, Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun, Jul, Ago, Sep, Oct, Nov, Dic) and 99 rows of star data.

* Estrella de magnitud variable. Se presenta el valor promedio.

Apéndice

(3)

Estrellas: Ángulo Sidéreo y Declinación

1. Arcturus
2. Kochab
3. Altair

DECLINACIÓN

Table with 12 columns (Nº, NOMBRE, Mag, Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun, Jul, Ago, Sep, Oct, Nov, Dic) and 99 rows of star data, including declination values.

* Estrella de magnitud variable. Se presenta el valor promedio.

UT	SOL			LUNA			Latitud	Principio del crepúsculo		Salida de Sol	Salida de Luna	Puesta de Luna
	SD: 15.8'			SD: 15.0'				Nautico	Civil			
	hG	Dec	Dif	hG	Dec	Dif						
0	178 29.1	+16 57.3	53 46.4	-28 18.6	19	58	1 09	2 53	3 51	19 51 27	22 32 88	
1	193 29.2	56.6	68 14.1	20.5	18	56	1 51	3 11	4 02	19 10 36	23 14 78	
2	208 29.2	55.9	82 41.8	22.3	17	54	2 18	25	12	18 41 41	23 42 73	
3	223 29.3	55.2	97 09.5	24.0	15	52	3 38	37	21	19 44	*** **	
4	238 29.3	54.5	111 37.1	25.5	13	50	2 54	48	28	18 01 45	*** **	
5	253 29.4	+16 53.9	126 04.6	-28 26.8	12	45	3 08	3 57	4 35	17 46 46	*** **	
6	268 29.5	+16 53.2	140 32.1	-28 28.0	11	40	3 35	4 17	4 50	17 15 48	0 14 54	
7	283 29.5	52.5	154 59.6	29.1	9	35	3 56	32	5 02	16 51 50	38 54	
8	298 29.6	51.8	169 27.1	30.0	7	30	4 12	45	13	31 51	0 58 54	
9	313 29.7	51.1	183 54.5	30.7	6	20	25	4 56	22	16 14 52	1 14 55	
10	328 29.7	50.5	198 21.8	31.3	5	10 N	4 46	5 14	37	15 45 53	1 43 54	
11	343 29.8	+16 49.8	212 49.1	-28 31.8	3	0	5 02	5 28	5 50	15 21 54	2 07 55	
12	358 29.9	+16 49.1	227 16.4	-28 32.1	2	10 S	5 16	5 41	6 03	14 58 55	2 30 54	
13	13 29.9	48.4	241 43.7	32.3	0	20	28	5 53	15	35 56	2 52 55	
14	28 30.0	47.7	256 10.9	32.3	2	30	38	6 05	28	14 10 57	3 17 54	
15	43 30.1	47.0	270 38.1	32.1	2	30	49	17	42	13 42 57	3 45 54	
16	58 30.1	46.4	285 05.2	31.8	3	35	54	24	6 51	25 58	4 02 54	
17	73 30.2	+16 45.7	299 32.4	-28 31.4	4	40	5 59	6 32	7 00	13 05 59	4 22 53	
18	88 30.3	+16 45.0	313 59.5	-28 30.8	6	45	6 05	6 40	7 12	12 41 60	4 46 53	
19	103 30.4	44.3	328 26.6	30.0	8	50	11	50	25	12 11 60	5 16 52	
20	118 30.4	43.6	342 53.6	29.1	9	52	14	6 55	31	11 55 62	31 52	
21	133 30.5	42.9	357 20.6	28.0	11	54	17	7 00	38	37 63	5 49 51	
22	148 30.6	42.2	11 47.7	26.8	12	56	20	05	46	11 16 63	6 11 50	
23	163 30.6	41.6	26 14.7	25.4	14	58	23	11	7 55	10 48 66	6 38 49	
24	178 30.7	+16 40.9	40 41.6	-28 23.9	15	60 S	6 27	7 18	8 05	10 08 70	7 18 45	

UT	ARIES		VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO	
	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec	hG	Dec
0	313 48.0	217 45.0	+22 00.6	134 42.0	+1 00.5	210 09.4	+22 46.2	311 28.3	-1 35.8	
1	328 50.5	232 44.4	00.6	149 43.1	+0 59.8	225 11.3	46.2	326 30.8	35.8	
2	343 53.0	247 43.7	00.6	164 44.2	59.2	240 13.2	46.1	341 33.4	35.8	
3	358 55.4	262 43.0	00.6	179 45.2	58.5	255 15.1	46.1	356 35.9	35.9	
4	13 57.9	277 42.3	00.6	194 46.3	57.9	270 17.0	46.0	11 38.4	35.9	
5	29 00.4	292 41.7	+22 00.6	209 47.3	+0 57.2	285 18.9	+22 46.0	26 41.0	-1 36.0	
6	44 02.8	307 41.0	+22 00.6	224 48.4	+0 56.6	300 20.8	+22 45.9	41 43.5	-1 36.0	
7	59 05.3	322 40.3	00.6	239 49.4	56.0	315 22.7	45.9	56 46.1	36.1	
8	74 07.7	337 39.6	00.6	254 50.5	55.3	330 24.6	45.8	71 48.6	36.1	
9	89 10.2	352 38.9	00.6	269 51.5	54.7	345 26.5	45.8	86 51.2	36.2	
10	104 12.7	7 38.3	00.6	284 52.6	54.0	0 28.4	45.7	101 53.7	36.2	
11	119 15.1	22 37.6	+22 00.6	299 53.6	+0 53.4	15 30.3	+22 45.7	116 56.3	-1 36.3	
12	134 17.6	37 36.9	+22 00.6	314 54.7	+0 52.7	30 32.2	+22 45.7	131 58.8	-1 36.3	
13	149 20.1	52 36.2	00.6	329 55.7	52.1	45 34.1	45.6	147 01.4	36.4	
14	164 22.5	67 35.6	00.6	344 56.8	51.4	60 35.9	45.6	162 03.9	36.4	
15	179 25.0	82 34.9	00.6	359 57.8	50.8	75 37.8	45.5	177 06.5	36.5	
16	194 27.5	97 34.2	00.6	14 58.9	50.1	90 39.7	45.5	192 09.0	36.5	
17	209 29.9	112 33.5	+22 00.6	29 59.9	+0 49.5	105 41.6	+22 45.4	207 11.6	-1 36.5	
18	224 32.4	127 32.8	+22 00.6	45 01.0	+0 48.9	120 43.5	+22 45.4	222 14.1	-1 36.6	
19	239 34.9	142 32.2	00.6	60 02.0	48.2	135 45.4	45.3	237 16.7	36.6	
20	254 37.3	157 31.5	00.5	75 03.1	47.6	150 47.3	45.3	252 19.2	36.7	
21	269 39.8	172 30.8	00.5	90 04.1	46.9	165 49.2	45.2	267 21.7	36.7	
22	284 42.2	187 30.1	00.5	105 05.2	46.3	180 51.1	45.2	282 24.3	36.8	
23	299 44.7	202 29.4	00.5	120 06.3	45.6	195 53.0	45.1	297 26.8	36.8	
24	314 47.2	217 28.8	+22 00.5	135 07.3	+0 45.0	210 54.9	+22 45.1	312 29.4	-1 36.9	
Dif	—	-7	0	+11	-6	+19	0	+25	0	

Apéndice (4)

Estrellas:
 Horario en Greenwich de Aries a
 UT = 20h 30m 15s
 (Arcturus)

Por 20h = 254° 37,3'



30 ^m	Sol y planetas	Aries	Luna	DiL	Correc.	31 ^m	Sol y planetas	Aries	Luna	DiL	Correc.
0	7 30.0	7 31.2	7 9.5	0	0.0	0	7 45.0	7 46.3	7 23.8	0	0.0
1	7 30.3	7 31.5	7 9.7	3	0.2	1	7 45.3	7 46.5	7 24.1	3	0.2
2	7 30.5	7 31.7	7 10.0	6	0.3	2	7 45.5	7 46.8	7 24.3	6	0.3
3	7 30.8	7 32.0	7 10.2	9	0.5	3	7 45.8	7 47.0	7 24.5	9	0.5
4	7 31.0	7 32.2	7 10.5	12	0.6	4	7 46.0	7 47.3	7 24.8	12	0.6
5	7 31.3	7 32.5	7 10.7	15	0.8	5	7 46.3	7 47.5	7 25.0	15	0.8
6	7 31.5	7 32.7	7 10.9	18	0.9	6	7 46.5	7 47.8	7 25.2	18	0.9
7	7 31.8	7 33.0	7 11.2	21	1.1	7	7 46.8	7 48.0	7 25.5	21	1.1
8	7 32.0	7 33.2	7 11.4	24	1.2	8	7 47.0	7 48.3	7 25.7	24	1.3
9	7 32.3	7 33.5	7 11.6	27	1.4	9	7 47.3	7 48.5	7 26.0	27	1.4
10	7 32.5	7 33.7	7 11.9	30	1.5	10	7 47.5	7 48.8	7 26.2	30	1.6
11	7 32.8	7 34.0	7 12.1	33	1.7	11	7 47.8	7 49.0	7 26.4	33	1.7
12	7 33.0	7 34.2	7 12.4	36	1.8	12	7 48.0	7 49.3	7 26.7	36	1.9
13	7 33.3	7 34.5	7 12.6	39	2.0	13	7 48.3	7 49.5	7 26.9	39	2.0
14	7 33.5	7 34.7	7 12.8	42	2.1	14	7 48.5	7 49.8	7 27.2	42	2.2
15	7 33.8	7 35.0	7 13.1	45	2.3	15	7 48.8	7 50.0	7 27.4	45	2.4
16	7 34.0	7 35.2	7 13.3	48	2.4	16	7 49.0	7 50.3	7 27.6	48	2.5
17	7 34.3	7 35.5	7 13.6	51	2.6	17	7 49.3	7 50.5	7 27.9	51	2.7
18	7 34.5	7 35.7	7 13.8	54	2.7	18	7 49.5	7 50.8	7 28.1	54	2.8
19	7 34.8	7 36.0	7 14.0	57	2.9	19	7 49.8	7 51.0	7 28.4	57	3.0
20	7 35.0	7 36.2	7 14.3	60	3.1	20	7 50.0	7 51.3	7 28.6	60	3.2
21	7 35.3	7 36.5	7 14.5	63	3.2	21	7 50.3	7 51.5	7 28.8	63	3.3
22	7 35.5	7 36.7	7 14.7	66	3.4	22	7 50.5	7 51.8	7 29.1	66	3.5
23	7 35.8	7 37.0	7 15.0	69	3.5	23	7 50.8	7 52.0	7 29.3	69	3.6
24	7 36.0	7 37.2	7 15.2	72	3.7	24	7 51.0	7 52.3	7 29.5	72	3.8
25	7 36.3	7 37.5	7 15.5	75	3.8	25	7 51.3	7 52.5	7 29.8	75	3.9
26	7 36.5	7 37.7	7 15.7	78	4.0	26	7 51.5	7 52.8	7 30.0	78	4.1
27	7 36.8	7 38.0	7 15.9	81	4.1	27	7 51.8	7 53.0	7 30.3	81	4.3
28	7 37.0	7 38.3	7 16.2	84	4.3	28	7 52.0	7 53.3	7 30.5	84	4.4
29	7 37.3	7 38.5	7 16.4	87	4.4	29	7 52.3	7 53.5	7 30.7	87	4.6
30	7 37.5	7 38.8	7 16.7	90	4.6	30	7 52.5	7 53.8	7 31.0	90	4.7
31	7 37.8	7 39.0	7 16.9	93	4.7	31	7 52.8	7 54.0	7 31.2	93	4.9
32	7 38.0	7 39.3	7 17.1	96	4.9	32	7 53.0	7 54.3	7 31.5	96	5.0
33	7 38.3	7 39.5	7 17.4	99	5.0	33	7 53.3	7 54.5	7 31.7	99	5.2
34	7 38.5	7 39.8	7 17.6	102	5.2	34	7 53.5	7 54.8	7 31.9	102	5.4
35	7 38.8	7 40.0	7 17.9	105	5.3	35	7 53.8	7 55.0	7 32.2	105	5.5
36	7 39.0	7 40.3	7 18.1	108	5.5	36	7 54.0	7 55.3	7 32.4	108	5.7
37	7 39.3	7 40.5	7 18.3	111	5.6	37	7 54.3	7 55.5	7 32.6	111	5.8
38	7 39.5	7 40.8	7 18.6	114	5.8	38	7 54.5	7 55.8	7 32.9	114	6.0
39	7 39.8	7 41.0	7 18.8	117	5.9	39	7 54.8	7 56.0	7 33.1	117	6.1
40	7 40.0	7 41.3	7 19.0	120	6.1	40	7 55.0	7 56.3	7 33.4	120	6.3
41	7 40.3	7 41.5	7 19.3	123	6.3	41	7 55.3	7 56.6	7 33.6	123	6.5
42	7 40.5	7 41.8	7 19.5	126	6.4	42	7 55.5	7 56.8	7 33.8	126	6.6
43	7 40.8	7 42.0	7 19.8	129	6.6	43	7 55.8	7 57.1	7 34.1	129	6.8
44	7 41.0	7 42.3	7 20.0	132	6.7	44	7 56.0	7 57.3	7 34.3	132	6.9
45	7 41.3	7 42.5	7 20.2	135	6.9	45	7 56.3	7 57.6	7 34.6	135	7.1
46	7 41.5	7 42.8	7 20.5	138	7.0	46	7 56.5	7 57.8	7 34.8	138	7.2
47	7 41.8	7 43.0	7 20.7	141	7.2	47	7 56.8	7 58.1	7 35.0	141	7.4
48	7 42.0	7 43.3	7 21.0	144	7.3	48	7 57.0	7 58.3	7 35.3	144	7.6
49	7 42.3	7 43.5	7 21.2	147	7.5	49	7 57.3	7 58.6	7 35.5	147	7.7
50	7 42.5	7 43.8	7 21.4	150	7.6	50	7 57.5	7 58.8	7 35.7	150	7.9
51	7 42.8	7 44.0	7 21.7	153	7.8	51	7 57.8	7 59.1	7 36.0	153	8.0
52	7 43.0	7 44.3	7 21.9	156	7.9	52	7 58.0	7 59.3	7 36.2	156	8.2
53	7 43.3	7 44.5	7 22.1	159	8.1	53	7 58.3	7 59.6	7 36.5	159	8.3
54	7 43.5	7 44.8	7 22.4	162	8.2	54	7 58.5	7 59.8	7 36.7	162	8.5
55	7 43.8	7 45.0	7 22.6	165	8.4	55	7 58.8	8 0.1	7 36.9	165	8.7
56	7 44.0	7 45.3	7 22.9	168	8.5	56	7 59.0	8 0.3	7 37.2	168	8.8
57	7 44.3	7 45.5	7 23.1	171	8.7	57	7 59.3	8 0.6	7 37.4	171	9.0
58	7 44.5	7 45.8	7 23.3	174	8.8	58	7 59.5	8 0.8	7 37.7	174	9.1
59	7 44.8	7 46.0	7 23.6	177	9.0	59	7 59.8	8 1.1	7 37.9	177	9.3
60	7 45.0	7 46.3	7 23.8	180	9.2	60	8 0.0	8 1.3	7 38.1	180	9.5

Apéndice (5)

Estrellas:

Horario en Greenwich de Aries a

UT = 20h 30m 15s

(Arcturus)

Por 30m 15s = 7° 35,0'

HG Υ = 254° 37,3' + 7° 35,0'

HG Υ = 262° 12.3'

Apéndice (6)

Datos de alturas y azimuts calculados sobre los astros

Alturas Estimadas (Calculadas):

- Arcturus:

Hora UTC: 20h 30m 15s

Altura: $51^{\circ} 52.8'$

- Kochab:

Hora UTC: 20h 45m 30s

Altura: $54^{\circ} 51.4'$

- Altair:

Hora UTC: 21h 10m 40s

Altura: $43^{\circ} 14.1'$

Azimuts Estimados (Calculados):

- Arcturus:

Hora UTC: 20h 30m 15s

Azimut: 244°

- Kochab:

Hora UTC: 20h 45m 30s

Azimut: 346°

- Altair:

Hora UTC: 21h 10m 40s

Azimut: 124°

Apéndice (7)

Diferencias de alturas y situación verdadera final

Diferencias de altura:

- Arcturus:

$$\Delta V = AV - AE = -12.1'$$

- Kochab:

$$\Delta V = AV - AE = +16.8'$$

- Altair:

$$\Delta V = AV - AE = -10.9'$$

Situación Final Verdadera del buque:

- Hora UTC: 21h 10m 40s
- Latitud: 42° 13.5' N
- Longitud: 12° 5.4' W

Apéndice (8)

Formulación empleada. Convenciones.

Criterio de signos:

- Latitudes Norte (+)
- Latitudes Sur (-)
- Longitudes Este (+)
- Longitudes Oeste (-)
- Declinaciones Norte (+)
- Declinaciones Sur (-)

Criterio de Azimuts (Az):

- En la carta se mide de **0 a 360°** desde el Norte hacia el Este.
- En el triángulo de posición es un ángulo de **0 a 180°** medido en el zenit entre el vertical que pasa por el Polo Elevado y el vertical que pasa por el astro hacia el Este (**E**) o hacia el Oeste (**W**). γ

Ángulo en el Polo (P):

- Ángulo en el triángulo de posición de **0 a 180°** medido en el polo elevado.
- Coincide con el Horario en el Lugar del Astro (**hLA**) si éste es **< 180°**:

$$P(E) = hLA.$$

- Si el Horario en el Lugar del Astro es **> 180°**:

$$P(W) = 360 - hLA.$$

- El Ángulo en el Polo **P** es Este u Oeste coincidiendo con el azimut.

Apéndice (9)

Cálculo de Horarios y Ángulo en el Polo

Horario en Greenwich de un Astro, hGA:

- El Horario en Greenwich del astro hGA es igual al horario en Greenwich de Aries $hG\gamma$ más el Ángulo Sidéreo del Astro (0 - 360°).

$$hGA = hG\gamma + AS$$

Horario en el Lugar del Astro, hLA :

- El Horario en el lugar del Astro hLA es igual al horario en Greenwich del Astro más la longitud del lugar (con su signo).

$$hLA = hGA + Longitud$$

Ángulo en el Polo del Astro, P:

- El Ángulo en el Polo del Astro coincide con el hLA si $hLA < 180^\circ$ o bien $360 - hLA$ si $hLA > 180^\circ$.

$$P(E) = hLA \quad \text{ó} \quad P(W) = 360 - hLA$$

Apéndice (10)

Cálculo de Alturas y Azimuts Estimados

Altura Estimada AE:

$$\sin(AE) = \sin(LAT) \times \sin(DEC) + \cos(LAT) \times \cos(DEC) \times \cos(P)$$

Azimut Estimado AZ:

$$\cot(AZ) = \tan(DEC) \times \frac{\cos(LAT)}{\sin(P)} - \sin(LAT) \times \cot(P)$$

Nota:

Si AZ sale > 0 , el Azimut se contará en el horizonte desde el polo de igual signo que la latitud.

Si AZ sale < 0 , el Azimut se contará en el horizonte desde el polo de distinto signo que la latitud.

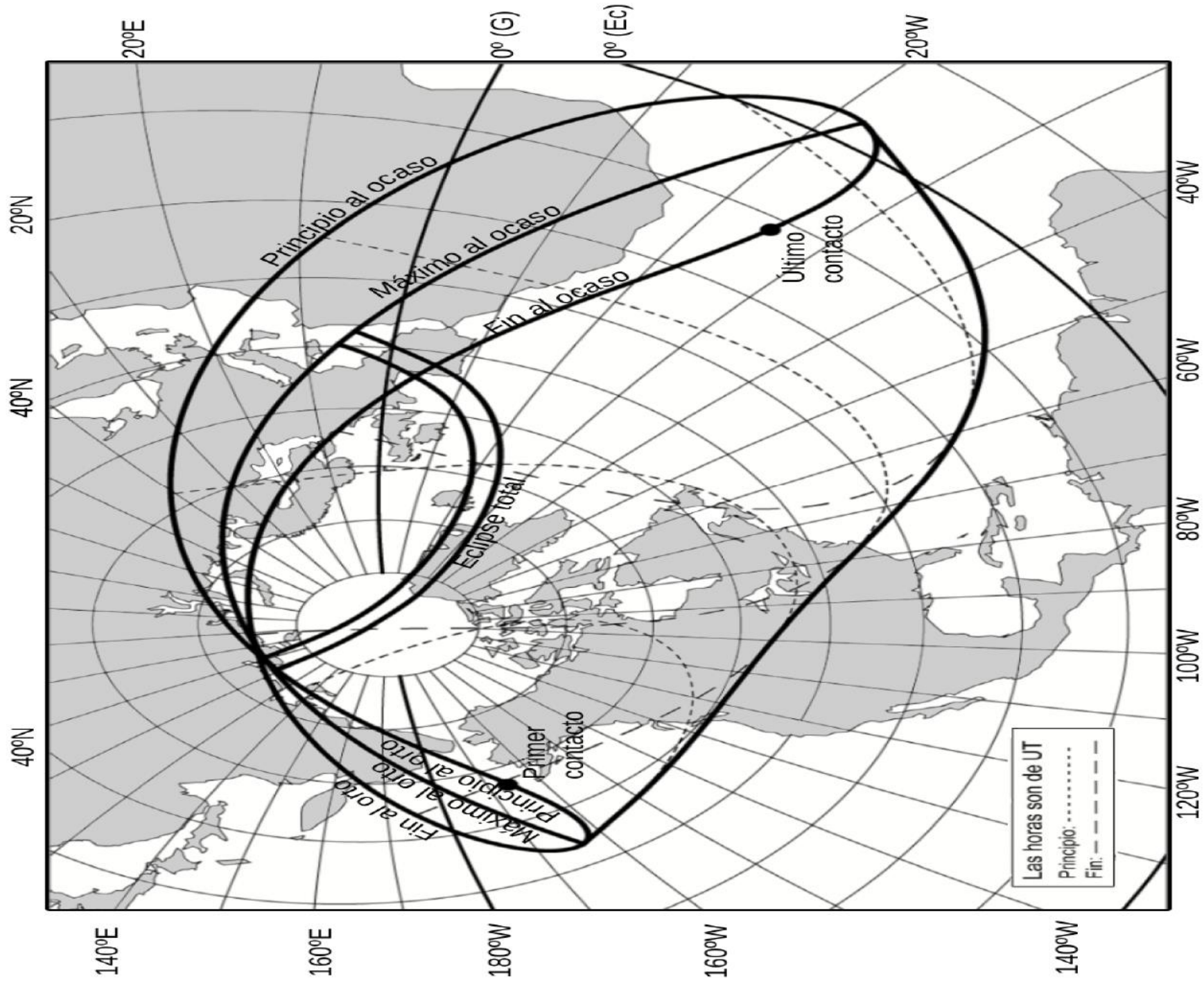
El AZ se contará en ambos casos siempre hacia el Este o el Oeste coincidiendo con el Ángulo en el Polo P al Este o al Oeste respectivamente.

Navegación Astronómica

MUCHAS GRACIAS

¿PREGUNTAS?

jjruiz@fn.mde.es

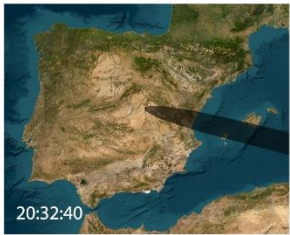


Eclipse Total de Sol 2026

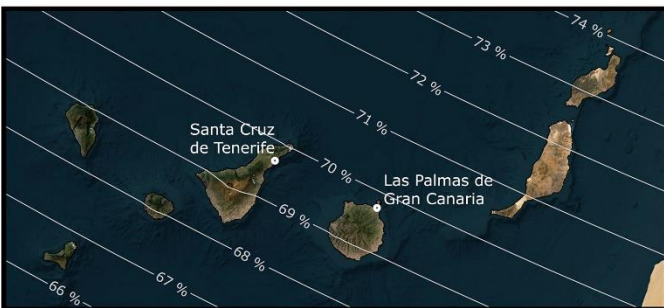
Fecha:
12 AGO 2026

ECLIPSE TOTAL DE SOL 12 DE AGOSTO DE 2026

Duración de la totalidad
Porcentaje de oscurecimiento



Observatorio Astronómico Nacional - IGN



© Instituto Geográfico Nacional

UT	SOL						LUNA						Latitud	Principio del crepúsculo		Salida de Sol	Salida de Luna	Puesta de Luna					
	SD: 15.8'		PMG: 12 ^h 06.0 ^m		SD: 15.0'		Edad: 11.2 ^d		PHE: 4 ^h : 55.1'		12 ^h : 55.3'			20 ^h : 55.5'					Náutico	Civil	Hora R°	Hora R°	
	hG ⊙	Dec	hG ☾	Dif	Dec	Dif	hG ☾	Dif	Dec	Dif	hG ☾	Dif											
0	178	29.1	+16	57.3	53	46.4	87	-28	18.6	19	58	1	09	2	53	3	51	19	51	27	22	32	88
1	193	29.2		56.6	68	14.1	87		20.5	19	58	1	51	3	11	4	02	19	10	36	23	14	78
2	208	29.2		55.9	82	41.8	87		22.3	18	56	2	18	25	12	12	18	41	41	23	42	73	
3	223	29.3		55.2	97	09.5	87		24.0	17	54	3	38	37	21	19	44						
4	238	29.3		54.5	111	37.1	86		25.5	15	52	2	54	48	28	18	01	45					
5	253	29.4	+16	53.9	126	04.6	85	-28	26.8	13	50	3	08	3	57	4	35	17	46	46			
6	268	29.5	+16	53.2	140	32.1	85	-28	28.0	12	45	3	35	4	17	4	50	17	15	48	0	14	54
7	283	29.5		52.5	154	59.6	85		29.1	11	40	3	56	3	32	5	02	16	51	50	38	54	
8	298	29.6		51.8	169	27.1	85		30.0	9	35	4	12	45	13	31	51	31	51	0	58	54	
9	313	29.7		51.1	183	54.5	84		30.7	7	30	25	4	56	22	16	14	52	1	14	55		
10	328	29.7		50.5	198	21.8	83		31.3	6	20	4	46	5	14	37	15	45	53	1	43	54	
11	343	29.8	+16	49.8	212	49.1	83	-28	31.8	5	10 N	5	02	5	28	5	50	15	21	54	2	07	55
12	358	29.9	+16	49.1	227	16.4	83	-28	32.1	3	0	5	16	5	41	6	03	14	58	55	2	30	54
13	13	29.9		48.4	241	43.7	83		32.3	2	10 S	28	5	53	15	35	56	2	52	55			
14	28	30.0		47.7	256	10.9	82		32.3	2	20	38	6	05	28	14	10	57	3	17	54		
15	43	30.1		47.0	270	38.1	82		32.1	2	30	49	17	42	13	42	57	3	45	54			
16	58	30.1		46.4	285	05.2	82		31.8	3	35	54	24	6	51	25	58	4	02	54			
17	73	30.2	+16	45.7	299	32.4	82	-28	31.4	4	40	5	59	6	32	7	00	13	05	59	4	22	53
18	88	30.3	+16	45.0	313	59.5	81	-28	30.8	6	45	6	05	6	40	7	12	12	41	60	4	46	53
19	103	30.4		44.3	328	26.6	80		30.0	9	50	11	50	25	12	11	60	5	16	52			
20	118	30.4		43.6	342	53.6	80		29.1	9	52	14	6	55	31	11	55	62	31	52			
21	133	30.5		42.9	357	20.6	80		28.0	11	54	17	7	00	38	37	63	5	49	51			
22	148	30.6		42.2	11	47.7	81		26.8	12	56	20	05	46	11	16	63	6	11	50			
23	163	30.6		41.6	26	14.7	80		25.4	14	58	23	11	7	55	10	48	66	6	38	49		
24	178	30.7	+16	40.9	40	41.6	79	-28	23.9	15	60 S	6	27	7	18	8	05	10	08	70	7	18	45

UT	ARIES		VENUS		MARTE		JÚPITER		SATURNO														
	PMG: 3 ^h 04.3 ^m		Mag: -4.0 PMG: 9 ^h 29 ^m		Mag: +1.6 PMG: 15 ^h 00 ^m		Mag: -1.9 PMG: 9 ^h 58 ^m		Mag: +0.8 PMG: 3 ^h 14 ^m														
	hG ⊙	Dec	hG ☿	Dec	hG ♀	Dec	hG ♃	Dec	hG ♄	Dec													
0	313	48.0	217	45.0	+22	00.6	134	42.0	+1	00.5	210	09.4	+22	46.2	311	28.3	-1	35.8					
1	328	50.5	232	44.4		00.6	149	43.1	+0	59.8	225	11.3		46.2	326	30.8		35.8					
2	343	53.0	247	43.7		00.6	164	44.2		59.2	240	13.2		46.1	341	33.4		35.8					
3	358	55.4	262	43.0		00.6	179	45.2		58.5	255	15.1		46.1	356	35.9		35.9					
4	13	57.9	277	42.3		00.6	194	46.3		57.9	270	17.0		46.0	11	38.4		35.9					
5	29	00.4	292	41.7	+22	00.6	209	47.3	+0	57.2	285	18.9	+22	46.0	26	41.0	-1	36.0					
6	44	02.8	307	41.0	+22	00.6	224	48.4	+0	56.6	300	20.8	+22	45.9	41	43.5	-1	36.0					
7	59	05.3	322	40.3		00.6	239	49.4		56.0	315	22.7		45.9	56	46.1		36.1					
8	74	07.7	337	39.6		00.6	254	50.5		55.3	330	24.6		45.8	71	48.6		36.1					
9	89	10.2	352	38.9		00.6	269	51.5		54.7	345	26.5		45.8	86	51.2		36.2					
10	104	12.7	7	38.3		00.6	284	52.6		54.0	0	28.4		45.7	101	53.7		36.2					
11	119	15.1	22	37.6	+22	00.6	299	53.6	+0	53.4	15	30.3	+22	45.7	116	56.3	-1	36.3					
12	134	17.6	37	36.9	+22	00.6	314	54.7	+0	52.7	30	32.2	+22	45.7	131	58.8	-1	36.3					
13	149	20.1	52	36.2		00.6	329	55.7		52.1	45	34.1		45.6	147	01.4		36.4					
14	164	22.5	67	35.6		00.6	344	56.8		51.4	60	35.9		45.6	162	03.9		36.4					
15	179	25.0	82	34.9		00.6	359	57.8		50.8	75	37.8		45.5	177	06.5		36.5					
16	194	27.5	97	34.2		00.6	14	58.9		50.1	90	39.7		45.5	192	09.0		36.5					
17	209	29.9	112	33.5	+22	00.6	29	59.9	+0	49.5	105	41.6	+22	45.4	207	11.6	-1	36.5					
18	224	32.4	127	32.8	+22	00.6	45	01.0	+0	48.9	120	43.5	+22	45.4	222	14.1	-1	36.6					
19	239	34.9	142	32.2		00.6	60	02.0		48.2	135	45.4		45.3	237	16.7		36.6					
20	254	37.3	157	31.5		00.5	75	03.1		47.6	150	47.3		45.3	252	19.2		36.7					
21	269	39.8	172	30.8		00.5	90	04.1		46.9	165	49.2		45.2	267	21.7		36.7					
22	284	42.2	187	30.1		00.5	105	05.2		46.3	180	51.1		45.2	282	24.3		36.8					
23	299	44.7	202	29.4		00.5	120	06.3		45.6	195	53.0		45.1	297	26.8		36.8					
24	314	47.2	217	28.8	+22	00.5	135	07.3	+0	45.0	210	54.9	+22	45.1	312	29.4	-1	36.9					
Dif			-7		0		+11		-6		+19		0		+25		0						

UT	SOL						LUNA						Latitud	Puesta de Sol	Fin del crepúsculo		Salida de Luna	Puesta de Luna					
	SD: 15.8'		PMG: 12 ^h 05.9 ^m		SD: 15.1'		Edad: 12.2 ^d		PHE: 4 ^h : 55.7'		12 ^h : 55.9'				20 ^h : 56.1'				Civil	Náutico	Hora R°	Hora R°	
	hG ⊙	Dec	hG ☾	Dif	Dec	Dif	hG ☾	Dif	Dec	Dif	hG ☾	Dif											
0	178	30.7	+16	40.9	40	41.6	80	-28	23.9	17	60 N	20	17	21	13	22	49	20	18	9			
1	193	30.8		40.2	55	08.6	80		22.2	19	58	20	06	20	57	22	13	19	46	19			
2	208	30.8		39.5	69	35.5	79		20.3	19	56	19	57	43	21	48		22	25				
3	223	30.9		38.8	84	02.5	80		18.3	20	54	48	31	29	19	03	29	0	04	70			
4	238	31.0		38.1	98	29.4	79		16.2	21	52	41	21	13	18	46	32	22	69				
5	253	31.1	+16	37.4	112	56.3	79	-28	13.9	23	50	19	34	20	12	21	00	18	32	35	0	37	67
6	268	31.1	+16	36.7	127	23.2	79	-28	11.4	25	45	19	20	19	53	20	34	18	03	39	1	08	65
7	283	31.2		36.0	141	50.1	79		08.8	26	40	19	08	38	20	14	17	41	42	32	63		
8	298	31.3		35.4	156	17.0	79		06.0	28	35	18	58	25	19	58	22	44	1	52	61		
9	313	31.3		34.7	170	43.9	79		03.1	29	30	49	19	15	45	17	06	46	2	09	60		
10	328	31.4		34.0	185	10.8	79	-28	00.0	31	20	34	18	58	25	16	38	50	2	57	58		
11	343	31.5	+16	33.3	199	37.7	79	-27	56.7	33	10 N	18	21	18	43	19	09	16	15	52	3	02	56
12	358	31.6	+16	32.6	214	04.6	79	-27	53.3	34	0	18	09	18	31	18	56	15	53	54	3	24	55
13	13	31.6		31.9	228	31.5	79		49.8	35	10 S	17	57	19	45	31	57	3	47	53			
14	28	31.7		31.2	242	58.4	79		46.1	37	20	45	18	08	34	15	07	59	4	11	51		
15	43	31.8		30.5	257	25.3	79		42.2	39	30	31	17	56	24	14	39	63	39	49			
16	58	31.9		29.8	271	52.2	79		38.2	40	35	22	49	19	23	64	4	56	48				
17	73	31.9	+16	29.1	286	19.1	79	-27	34.0														