

# AstroNavigatie

*[Celestial Navigation ofwel positiebepaling via hemellichamen]*

Een inleiding

bij

WSV de Kreupel



Redert Steens  
10 maart 2013

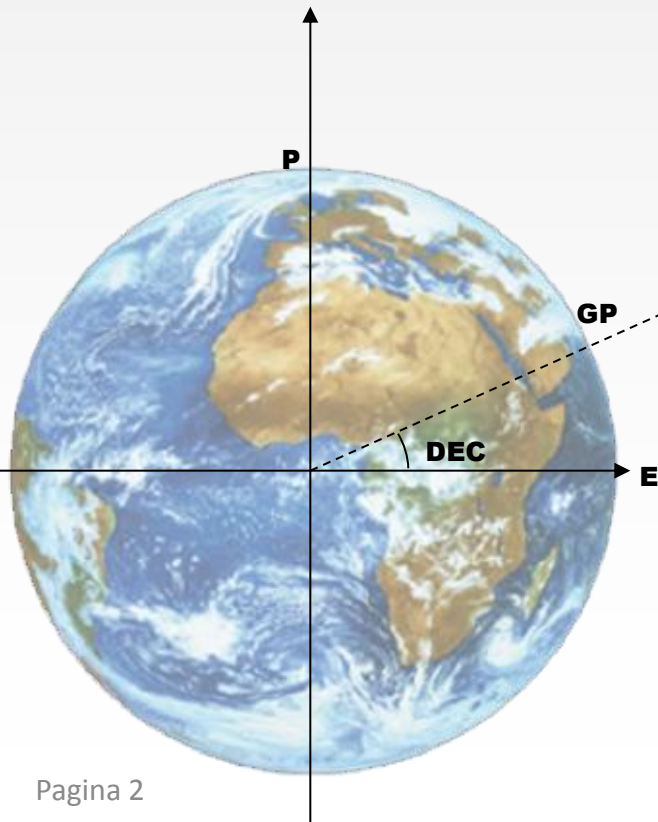
<http://remare.nl/astro>



*Van vergane glorie naar oude glorie*

# Declinatie

- De Declinatie [Declination] is de hoek tussen EVENAAR en GP
- Maar dus ook de 'breedtegraad' van het hemellichaam

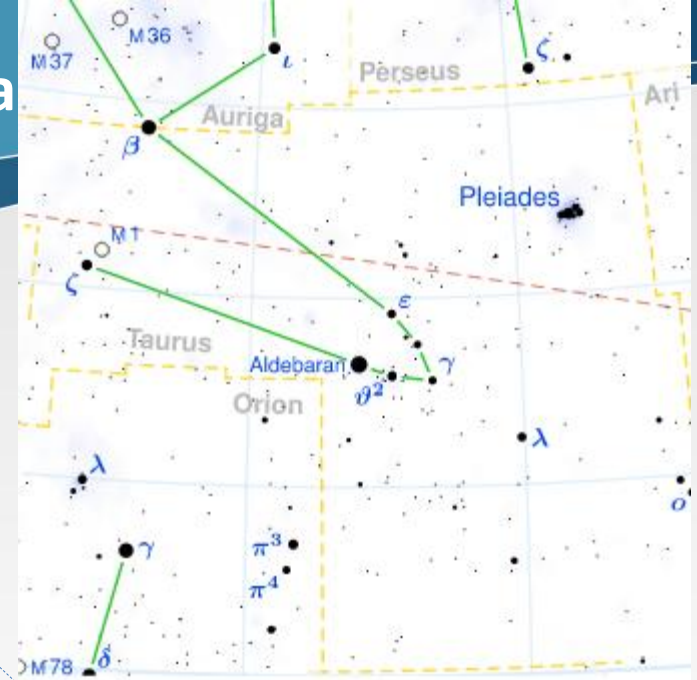


Ad Astra → 

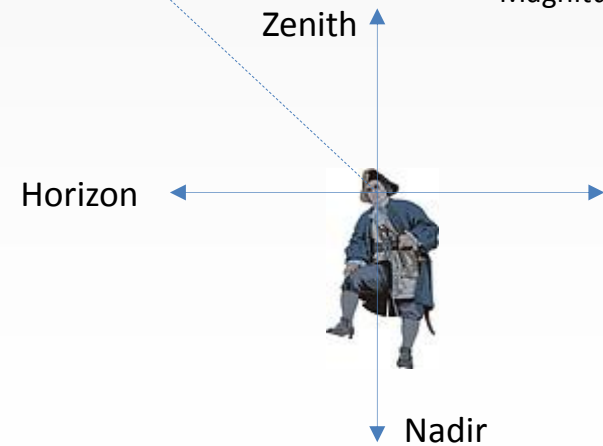
# De sterren wijzen de weg (breedtegraad)

Hoe het begon....

Reis zuidwest tot de ster op jouw breedtegraad  
in je zenith overkomt en dan rechtsaf

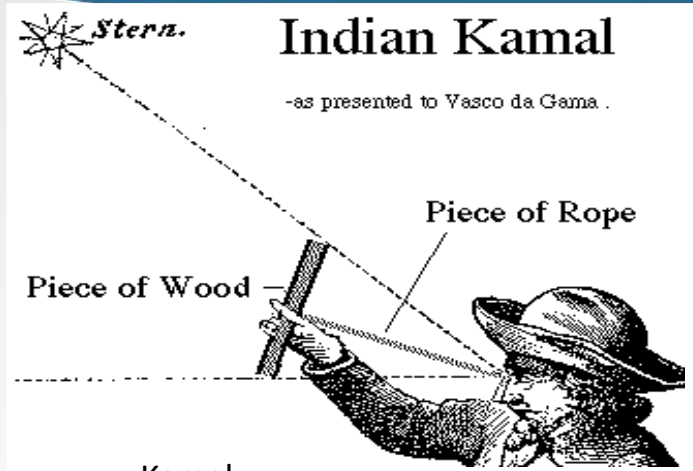


**Naar West-Indie:**  
Theta 2 Taurus  
Declinatie 15° N  
Magnitude 3.4



# Bepaling van Breedtegraad (Latitude)

Tot aan begin 18<sup>e</sup> eeuw



Kamal



Kompas



Jacobstaf: De gemeten hoek is hoek CAB

Jacobstaf



Quadrant (Columbus?)



# Astronavigatie

## Mijlpalen

### Octant, voorloper van de Sextant

- **John Hadley (1682-1744)**
  - Engelse wiskundige
- **Thomas Godfrey (1704-1749)**
  - Amerikaanse uitvinder
- **John Bird**
  - Engelse wiskundig instrumentmaker
  - Eerste sextant in 1757



# Geografische Positie (GP) van een hemellichaam



Lijn tussen hemellichaam en het centrum van de aarde

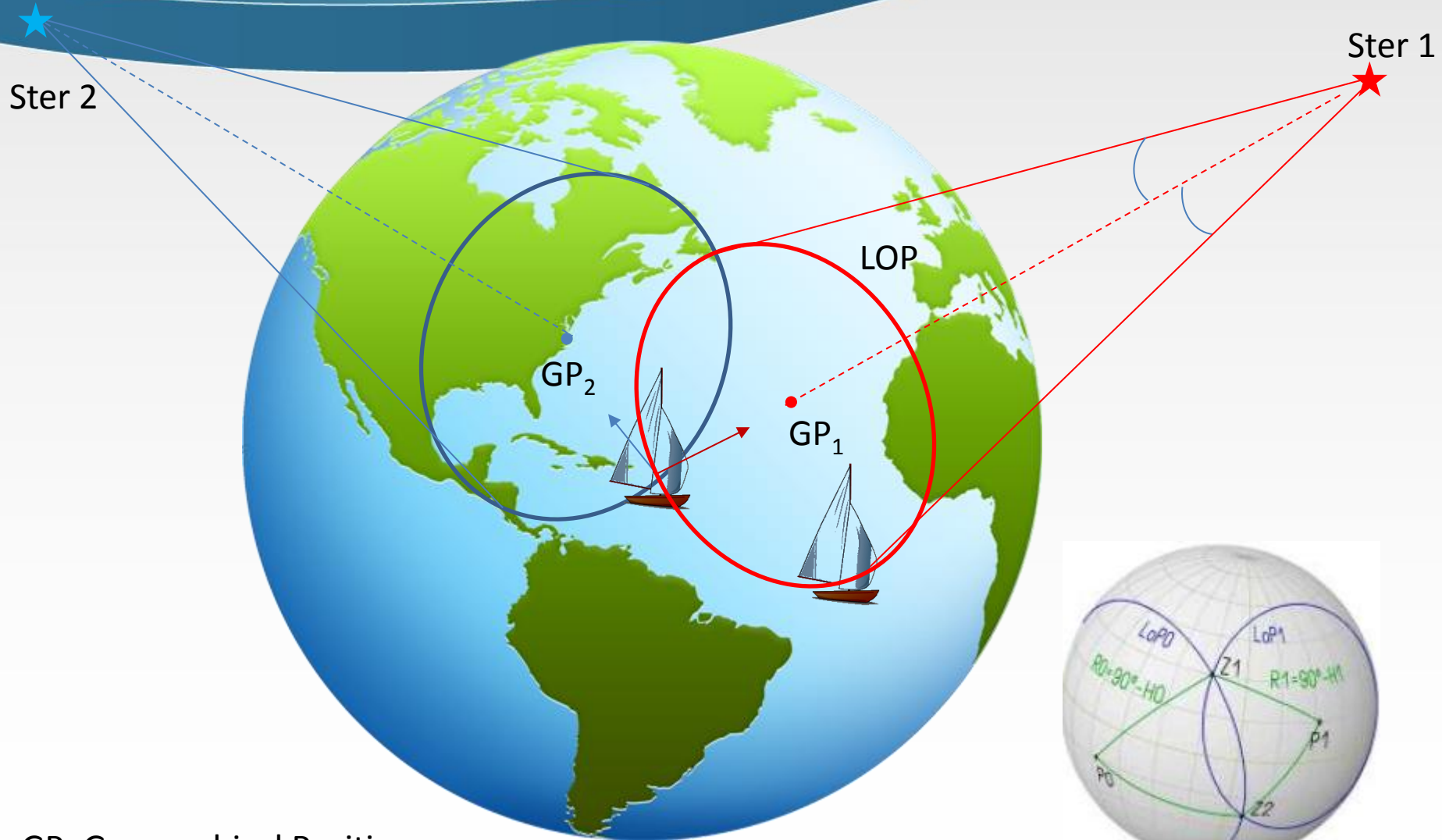
GP

Het punt waar de lijn het oppervlak van de aarde snijdt is de Geographical Position (GP) van het hemellichaam



# Principe van astronavigatie

## Line of Position



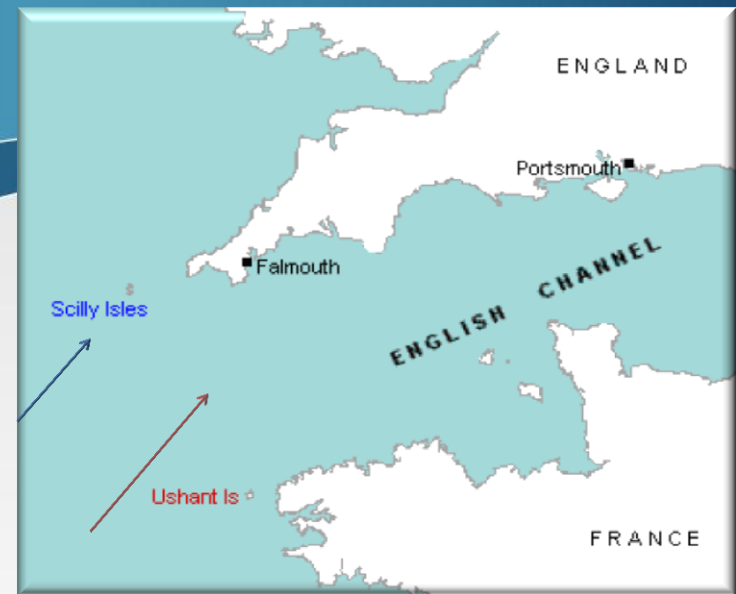
GP: Geographical Position

LOP: Line of Position

# Bepalen van de Lengtegraad

Mijlpalen

## The Longitude Problem



Op 22 oktober 1707 liepen 4 Engelse marineschepen -onderweg van Gibraltar naar Plymouth- op de rotsen bij de Isles of Scilly (~2.000 doden)

Commander-in-Chief of the British Fleets, Sir Cloudesley Shovell (1650-1707)

UK: Longitude Act 1714

Board of Longitude

£10,000 voor methode < 60 nautical miles

£15,000 voor methode < 40 nautical miles

£20,000 voor methode < 30 nautical miles



# Verband tussen tijd en lengtegraad

## Longitude Problem

- De aarde draait  $360^\circ$  in 24 uur ofwel  $15^\circ$  per uur

- Elk uur tijdsverschil  $\leftrightarrow 15^\circ$  longitude
- Elke 4 minuten tijdsverschil  $\leftrightarrow 1^\circ$  longitude
- Elke 4 seconden  $\leftrightarrow 1$  minuut longitude (=1 nm op evenaar)

Ruim 1600 km/uur aan de evenaar!

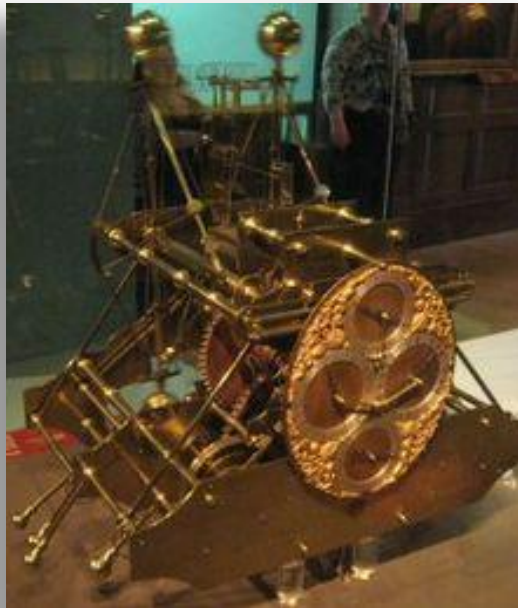


# Astronavigatie

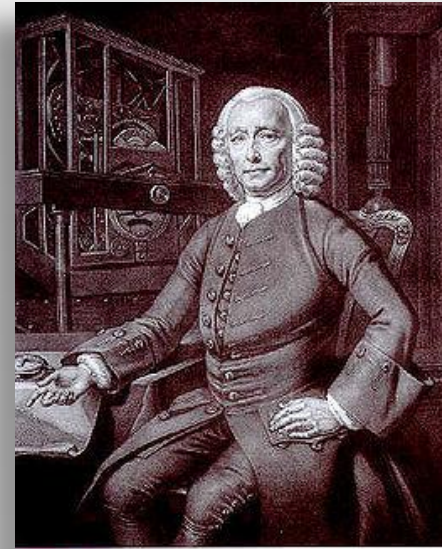
## Celestial Navigation Milestones

### Longitude Problem

- John Harrison [1736]
  - Chronometer [H1-H5]



H1



John Harrison (1693-1776)



H5

# Astronavigatie

## Celestial Navigation Milestones

- Thomas Hubbard Sumner [1837]
  - Line of Position
- Sir George Airy [1851]
  - Greenwich prime meridian
    - Fransen nog decennia daarna de Paris Meridienne
- Marcq St. Hilaire [1875]
  - Intercept methode

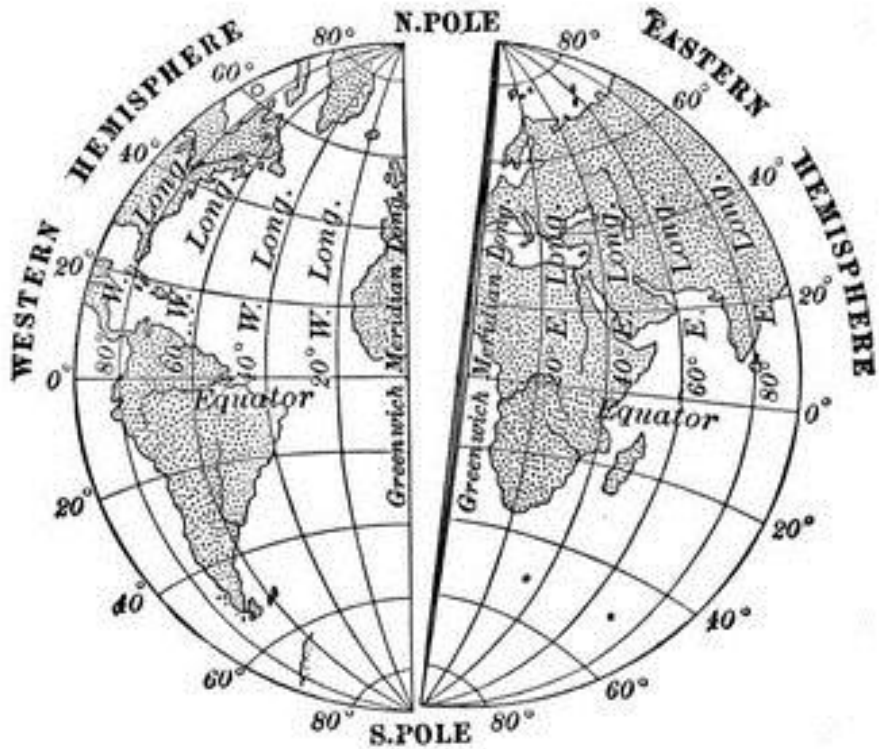


*Sir George Airy*



*Marcq St. Hilaire*

# Greenwich of Prime Meridiaan: Lon = 0° UT (Universal Time)\*



UT: gebaseerd op rotatie van de aarde (moderne  
Versie van GMT)

UTC: gebaseerd op atoomtijd-standaard

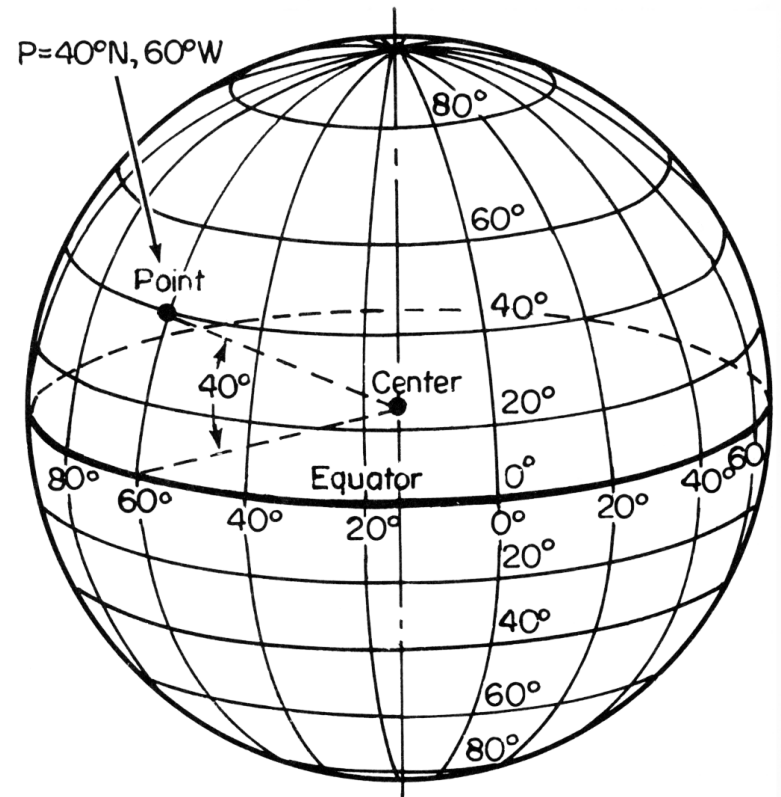


Greenwich/ Prime meridiaan

# Aardse coördinatenstelsel



## Samenvatting van begrippen

- Begrippen:
  - Noordpool
  - Zuidpool
  - Lengtegraad, Longitude (Long)
  - Breedtegraad, Latitude (Lat)
  - Greenwich of Prime Meridiaan
  - Evenaar (Equator)



# Astronavigatie, wat heb je nodig voor wat?

Voor het bepalen van je locatie (lon/lat):

Nodig:	Nautical Almanac voor dat jaar 	Nauwkeurige klok ( $\pm 10$ sec) 	Sextant 	Werkblad 	HO-249 Vol.2/3 Tabellen 	HO-249 Vol.1 Tabellen 	Plotblad +  Parallel-lineaal & passer
Voor:		Evt. i.c.m. tijdsein HF-ontvanger					
Meridian Passage	✓	✓	✓	Noon Shot	-	-	-
Zon	✓	✓	✓	Sun	✓		✓
Maan	✓	✓	✓	Moon	✓		✓
Planeten (Dec <29 <sup>o</sup> )	✓	✓	✓	Planet	✓		✓
Selected stars (Dec <29 <sup>o</sup> )	✓	✓	✓	Stars	✓	✓	✓

En een onbewolkte hemel

# Of heel veel simpeler:

Voor het bepalen van je locatie (lon/lat):

Nodig:	Nauwkeurige klok ( $\pm 10$ sec) 	Sextant 	HO-249 Vol.1 Tabellen 	Celestial Navigation Calculator (of app op iPad, HTC etc) bv Celestial App
Voor:	Evt. i.c.m. tijdsein HF-ontvanger			
Meridian Passage	✓	✓	-	
Zon	✓	✓	-	
Maan	✓	✓	-	
Planeten	✓	✓	-	
Selected stars	✓	✓	✓	

En een onbewolkte hemel

# Hoogtemetingen


## Hemellichamen met hun voor- en nadelen voor zeilers

Hemellichamen	Pro	Con
Zon, <i>Noon Shot</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Eenvoudig</li><li>▪ Met één meting zowel latitude als longitude bepalen</li><li>▪ Geen plot nodig</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Relatief langdurige meting (ca 20-30 min)</li><li>▪ Je moet op specifiek moment van de dag beschikbaar zijn voor hoogtemeting</li></ul>
Zon, <i>Running Fix</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Met één hemellichaam latitude en longitude bepalen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Nauwkeurigheid afhankelijk van gegist bestek tussen opvolgende hoogtemetingen (ware koers en snelheid over de grond)</li></ul>
Zon en Maan	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vrij langdurige beschikbaarheid voor hoogtemetingen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aanvullende hemellichamen op hetzelfde moment niet altijd beschikbaar voor hoogtemeting</li></ul>
Planeten		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kort moment van meting (alleen gedurende Civil Twilight, soms iets ruimer)</li><li>▪ Aanvullende hemellichamen op (bijna) hetzelfde moment niet altijd beschikbaar voor hoogtemeting</li></ul>
Sterren	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Goede en relatief snelle 3-punts meting mogelijk</li><li>▪ Check op fouten bij 3-punts meting (bv als één meting sterk afwijkt van andere twee)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kort moment van meting (alleen gedurende Civil Twilight)</li></ul>



# Stappen voor plaatsbepaling met intercept methode

## bijvoorbeeld met de zon

1. Meet de hoogte ( $H_o$ ) van de zon met een sextant tot op een 0,1 (boog)minuut en meet de exacte tijd van observatie tot op één (tijd)seconde nauwkeurig
  - De hoogte is de hoek tussen de zon en jouw horizon
  - Corrigeer de meting voor ooghoogte (Dip), voor constante fout (IE) in sextant en voor de limb
2. Zoek voor deze meting de gegevens op in **Nautical Almanak** (voor exacte tijdstip)
  - Greenwich Hour Angle (GHA)
  - Local Hour Angle (LHA)
  - Assumed Position (AP)
3. Zoek de berekende gegevens op voor de gekozen Assumed Position (AP) op in **Sight Reduction Tables**
  - Hoogte ( $H_c$ ) en Azimuth (Az)
4. Bepaal verschil van  $H_o$  en  $H_c$  (intercept in boogminuten ofwel nm)
5. Plot AP in kaart en corrigeer de intercept ( $H_o - H_c$ ) voor afstand en richting (Az) voor Line of Position (LOP)
6. Herhaal voor 2<sup>e</sup> hemellichaam : snijpunt van Line of Positions (LOP) geeft positie
  - Ander hemellichaam op (bijna) zelfde moment of zelfde hemellichaam een tijd later

# Stappen voor plaatsbepaling met intercept methode bijvoorbeeld met de zon met App

1. Meet de hoogte ( $H_o$ ) van de zon met een sextant tot op een 0,1 (boog)minuut en meet de exacte tijd van observatie tot op één (tijd)seconde nauwkeurig
  - De hoogte is de hoek tussen de zon en jouw horizon
  - Corrigeer de meting voor ooghoogte (Dip), voor constante fout (IE) in sextant en voor de limb



2. Herhaal voor 2<sup>e</sup> hemellichaam : locatie in Long/Lat uit App

# Assumped position (AP) en Geographical Position (GP)



De hoek tussen het hemellichaam en jouw eigen Zenith heet de Zenithafstand (of Zenith distance  $Z_d$ )

Iemand die op het GP van een hemellichaam staat, ziet dat hemellichaam in het zenith (recht boven zich)

# Altitude (hoogte) & Declination



B.v. Zon



$$\text{Mijn latitude} = Z_d + \text{Dec}_{\text{Zon}}$$

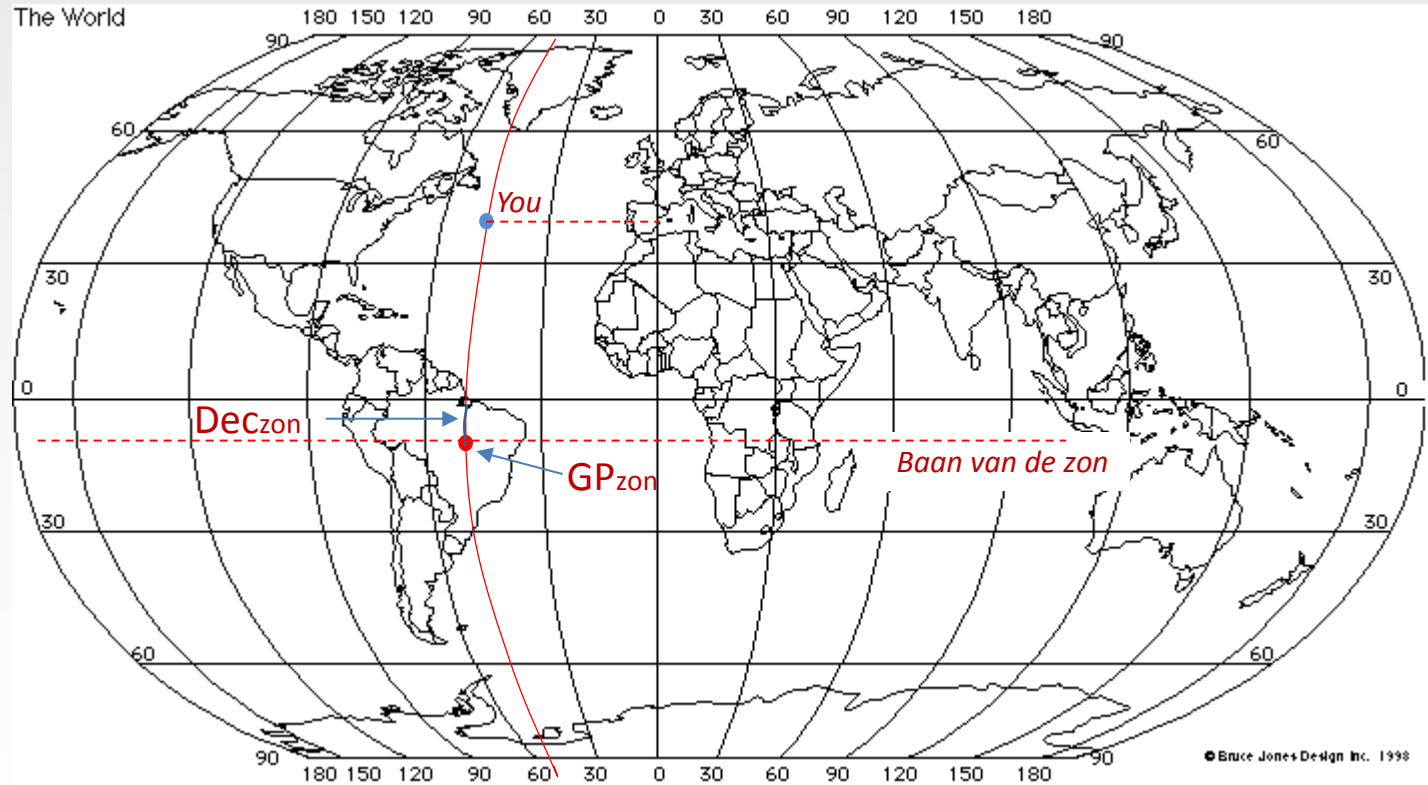
$$Z_d = 90^\circ - H_o$$

$$\text{Mijn latitude} = 90^\circ - H_o + \text{Dec}_{\text{Zon}}$$

*Dus blijkbaar kan ik iets over mijn latitude (breedtegraad) zeggen als ik de Declinatie van het hemellichaam en de hoek van dit hemellichaam t.o.v. mijn horizon weet*

# Noon shot

## Meridian passage



Mijn latitude =  $90^\circ - H_o \pm Dec_{zon}$

Mijn longitude: Elke 4 seconden later dan GMT  
is 1 minuut longitude ("Arc to Time Table" *Nautical Almanac*)

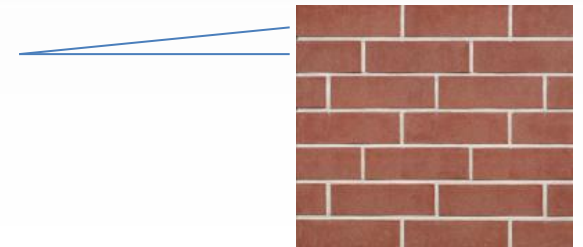
# Hoogte wordt gemeten met sextant in graden, minuten en tienden van minuten



Twee verschillende personen  
vonden rond 1730  
onafhankelijk van elkaar de  
octant/ sextant uit:

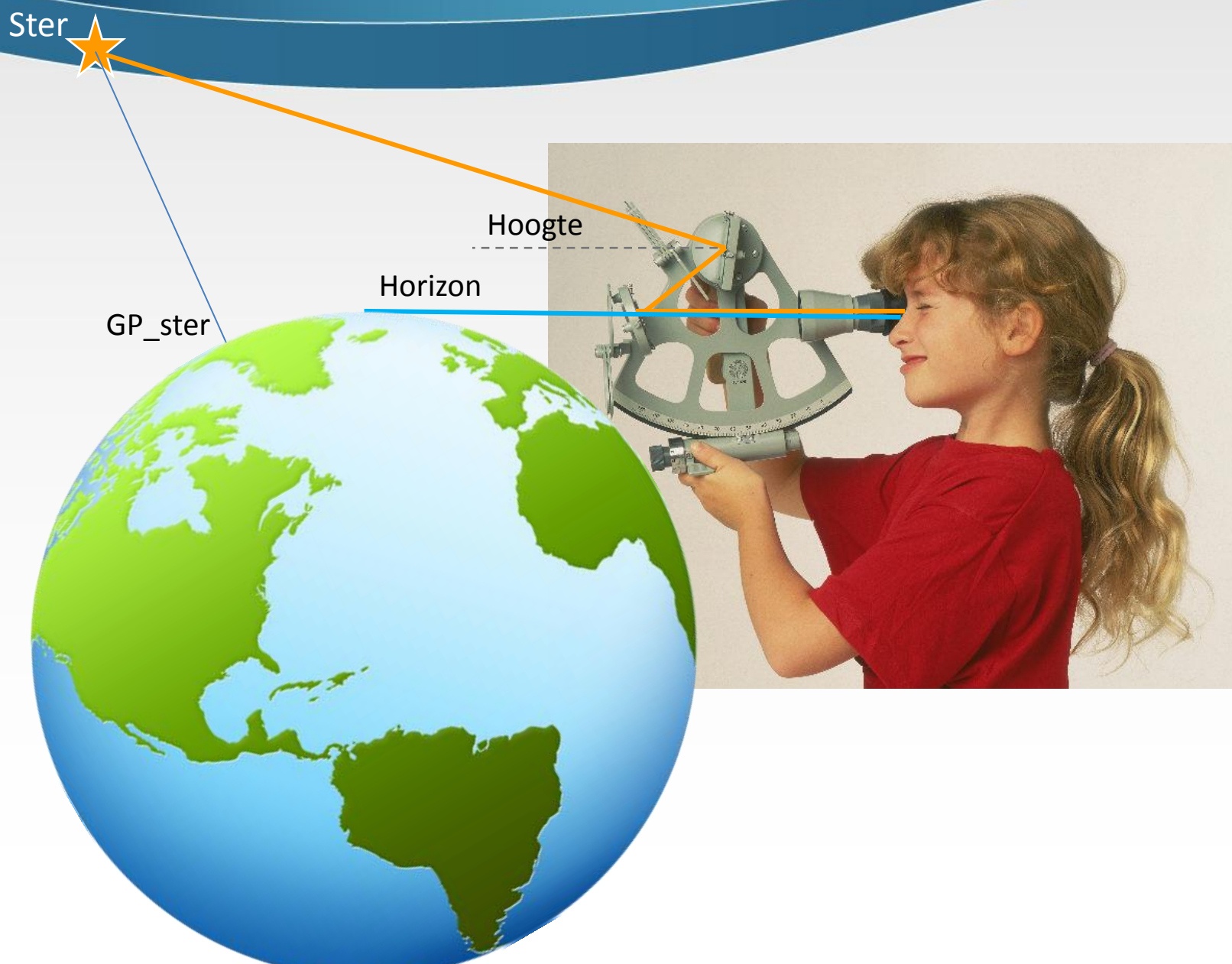
[John Hadley](#) (1682-1744), een  
Engelse wiskundige

[Thomas Godfrey](#) (1704-1749),  
een Amerikaanse uitvinder

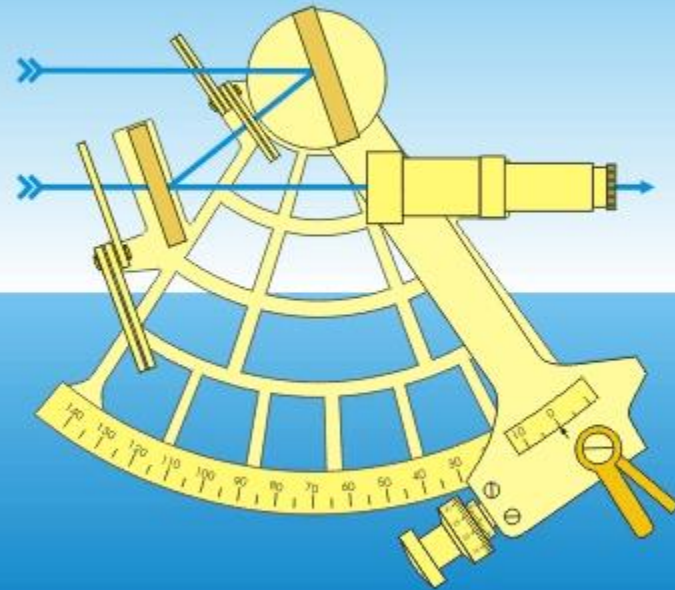
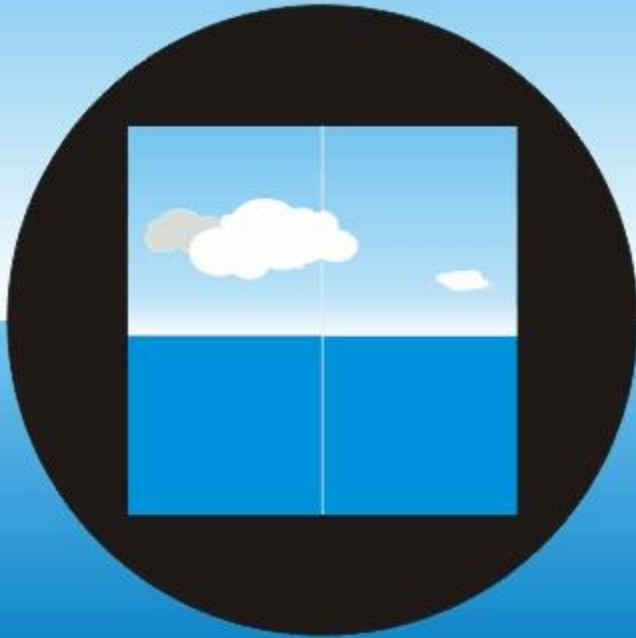


# Hoekmeting met de sextant

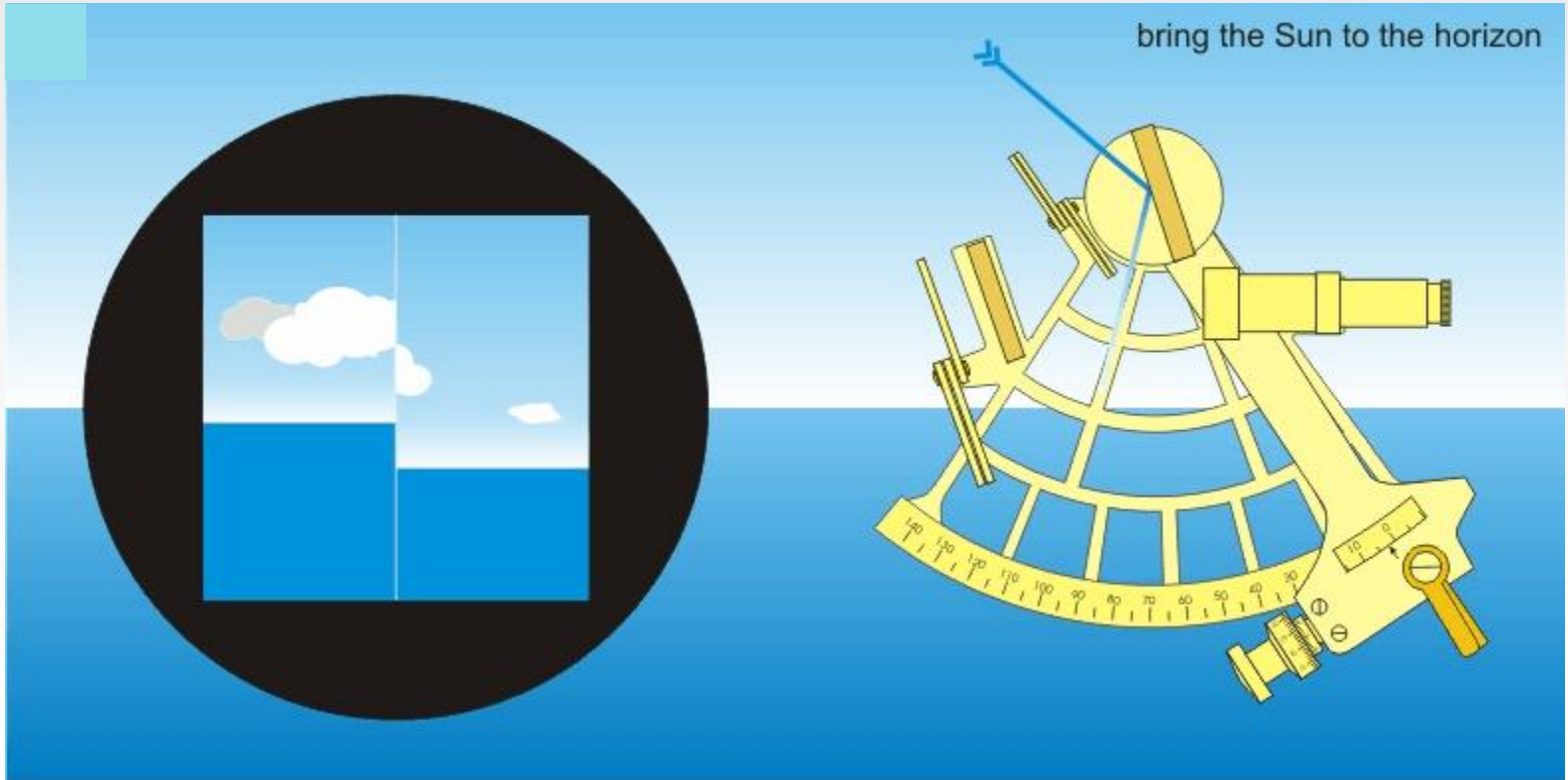
Hoogte of Altitude

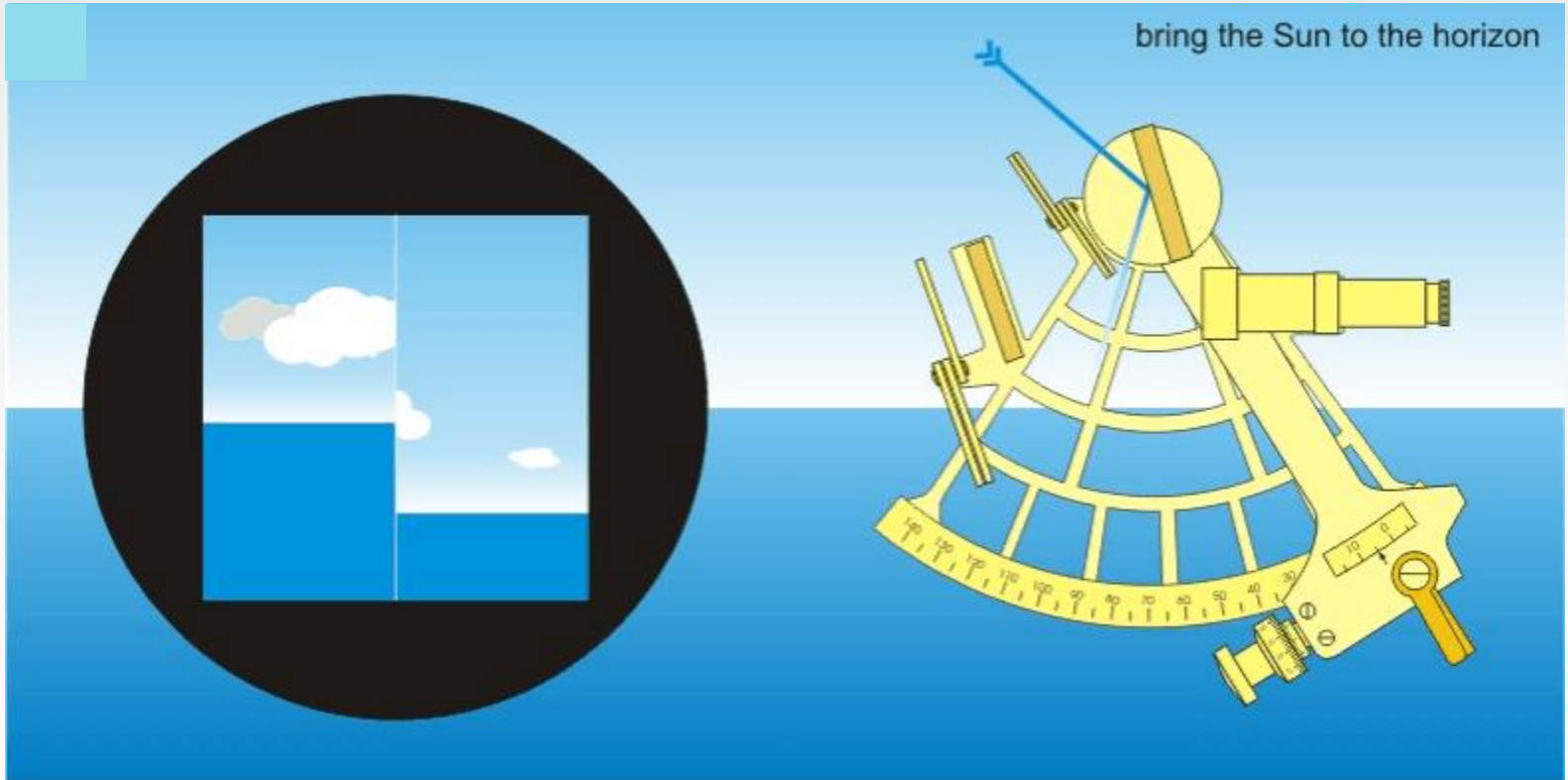


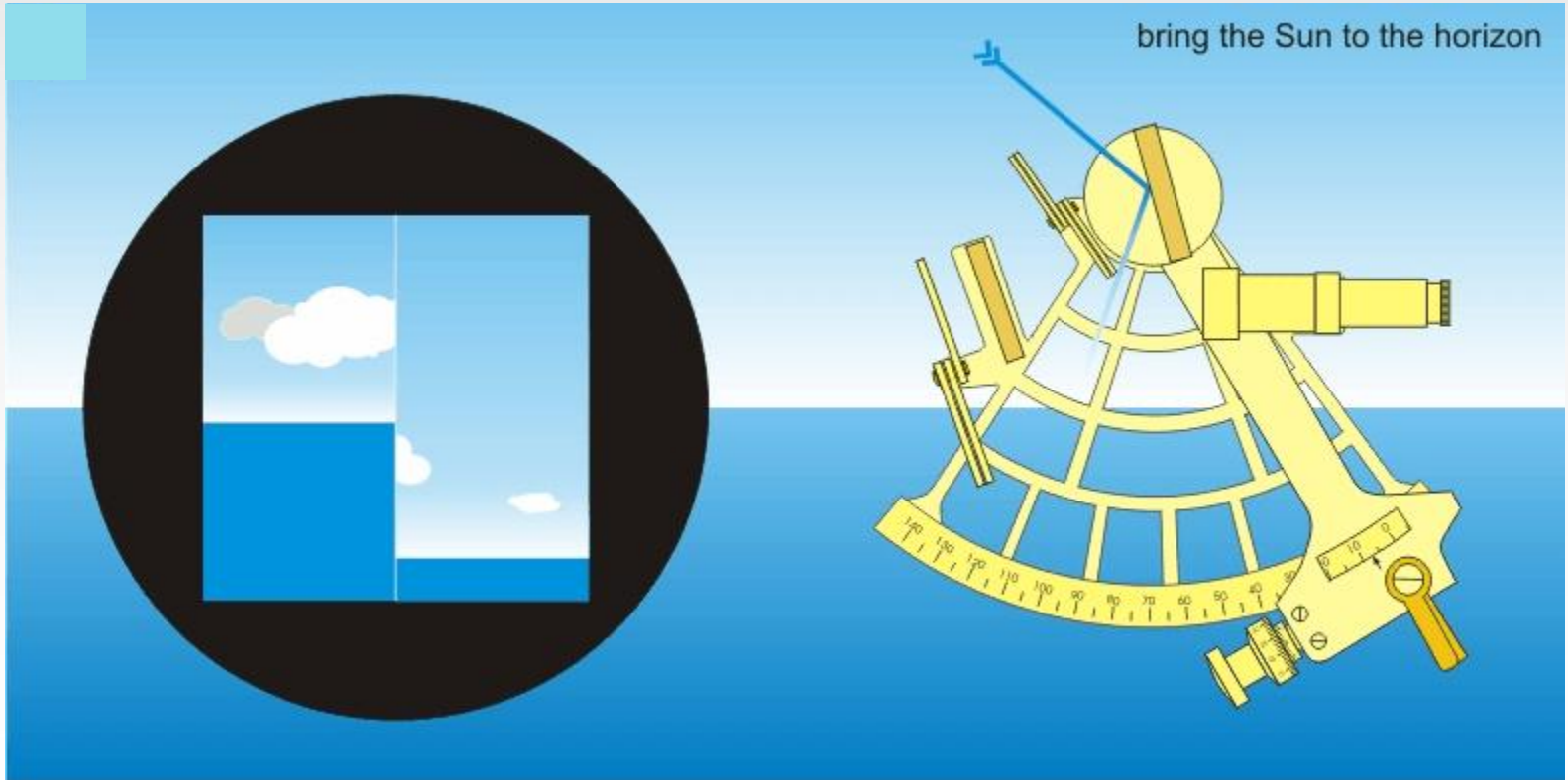
point the sextant to the horizon

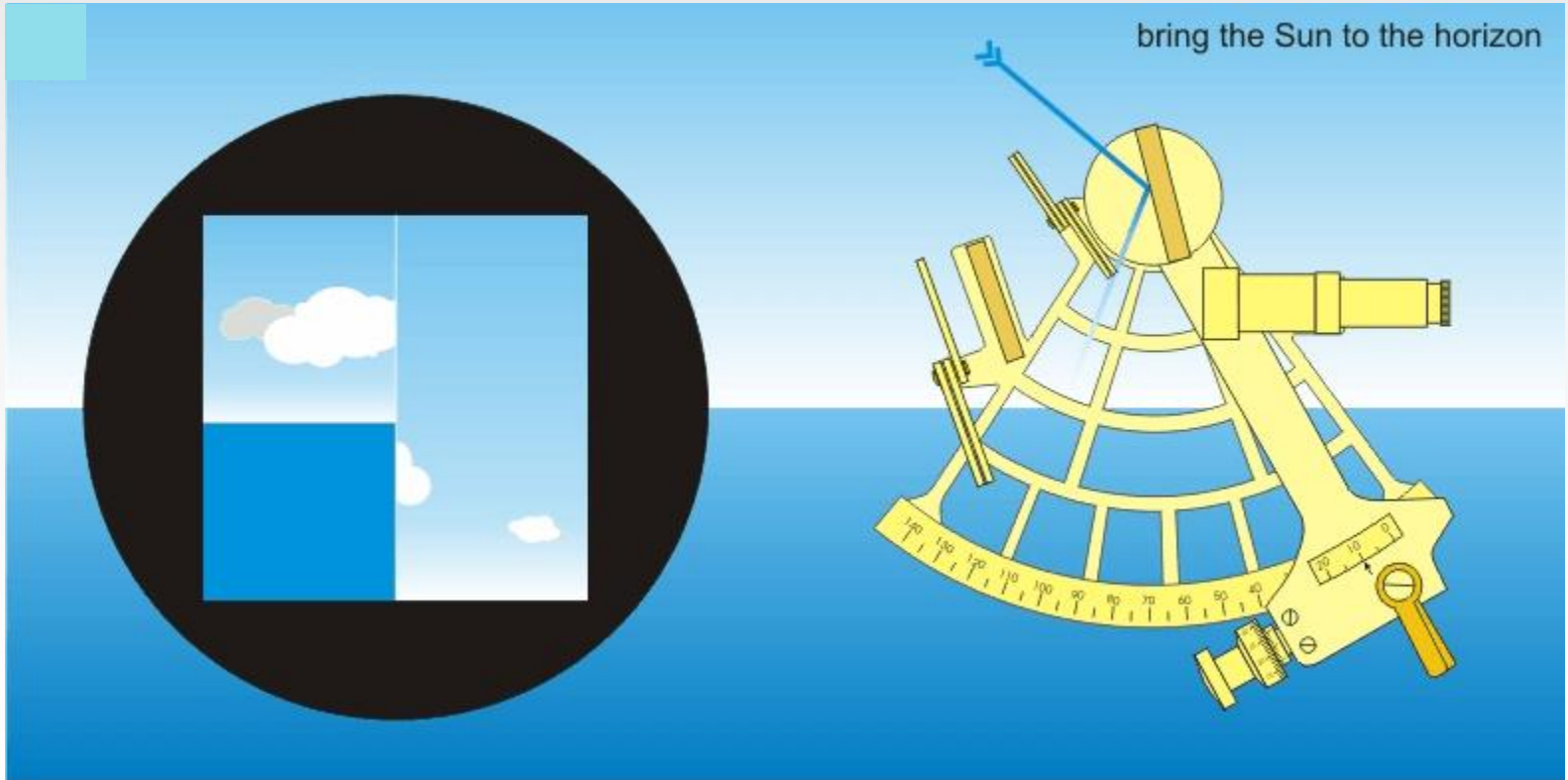


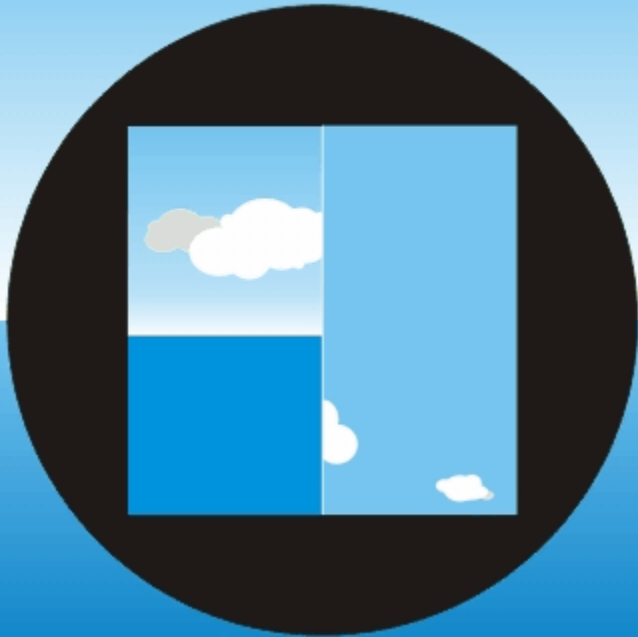




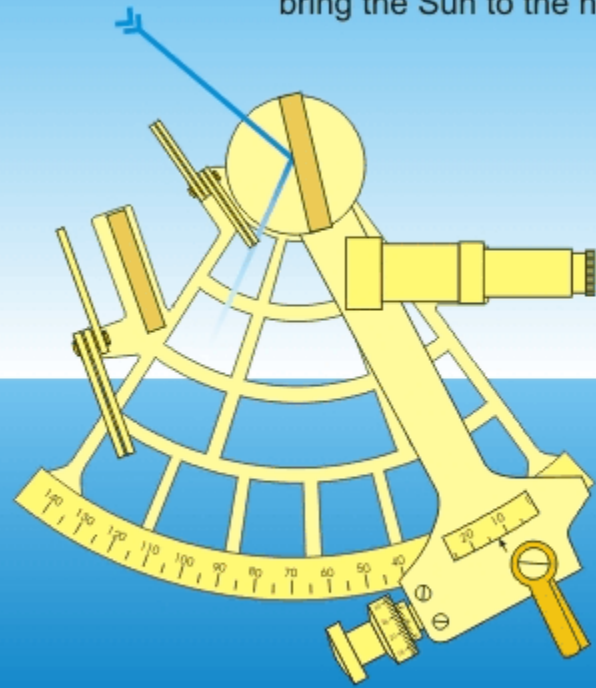


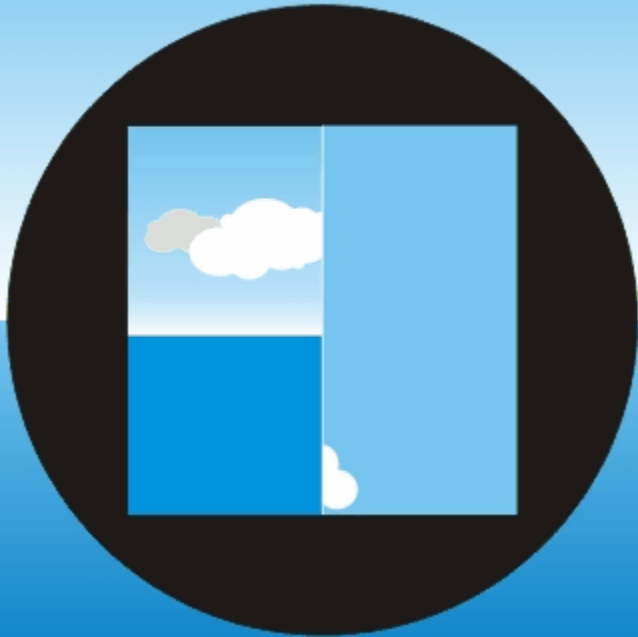




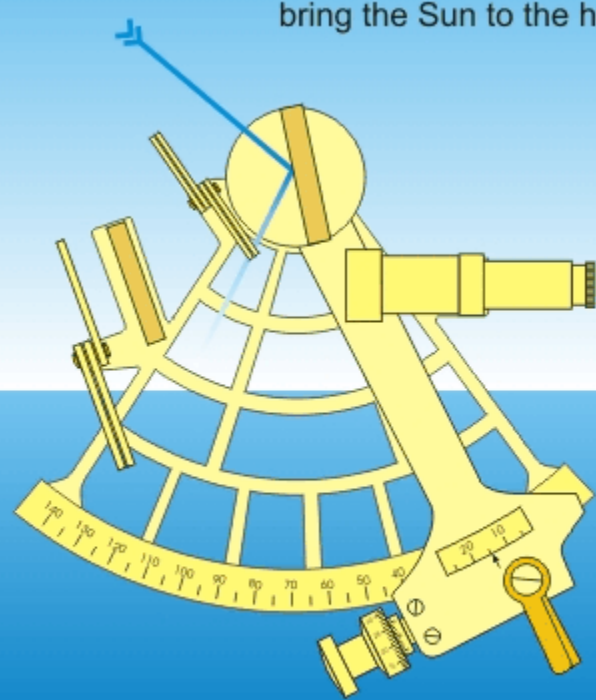


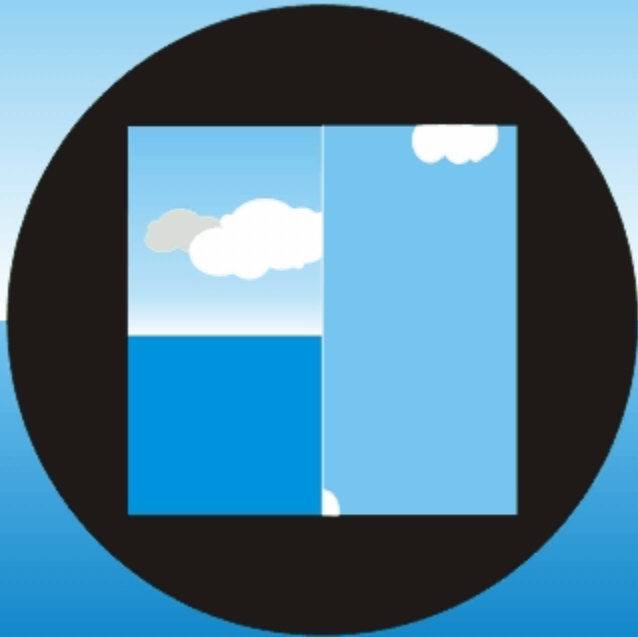
bring the Sun to the horizon



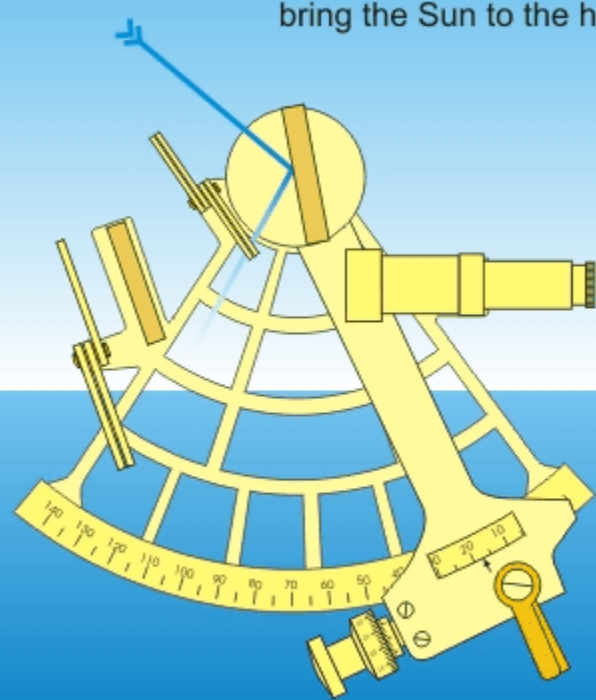


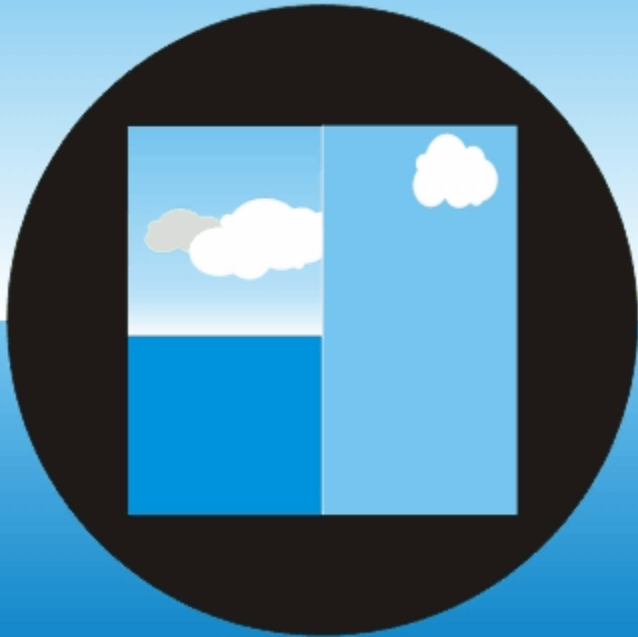
bring the Sun to the horizon



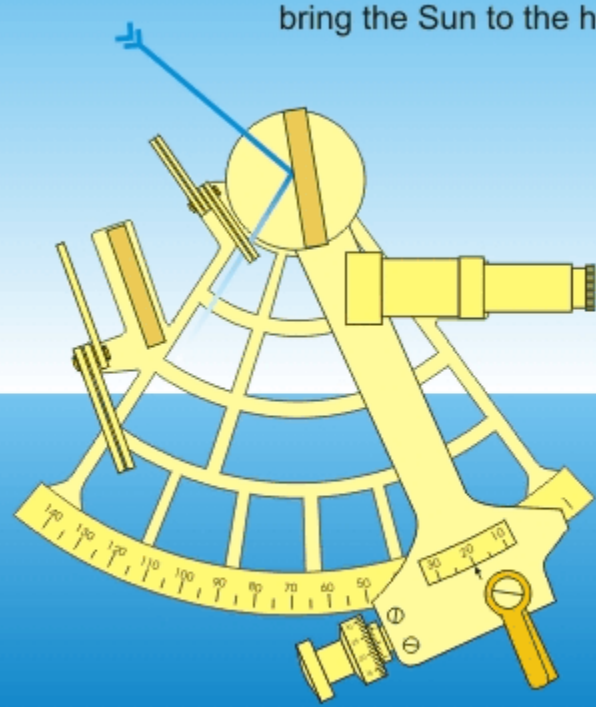


bring the Sun to the horizon

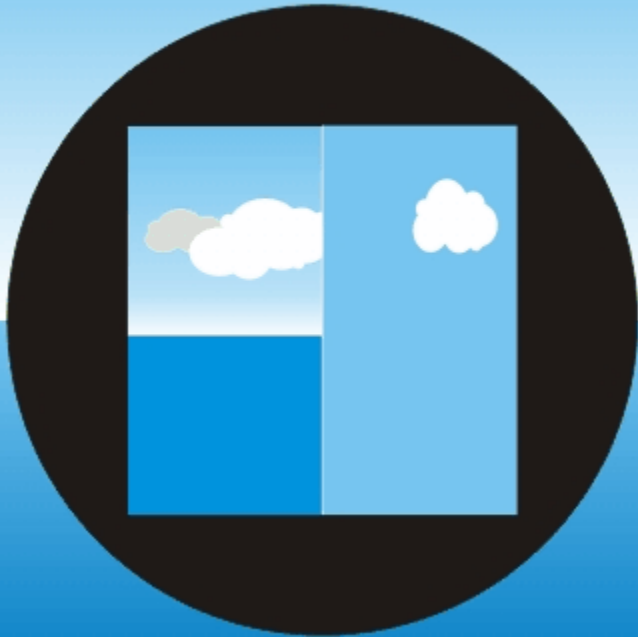




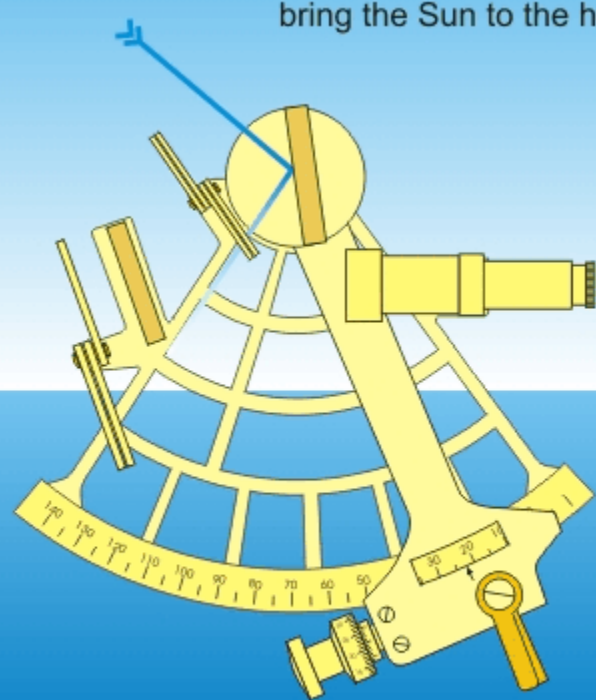
bring the Sun to the horizon





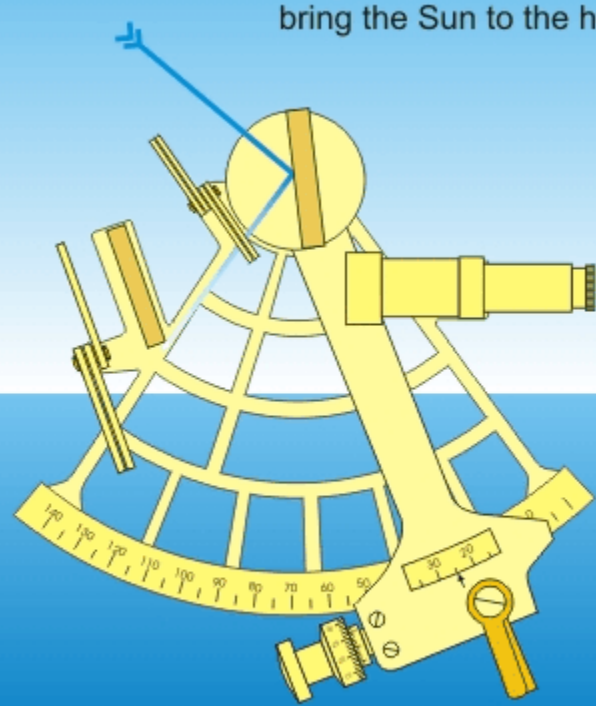


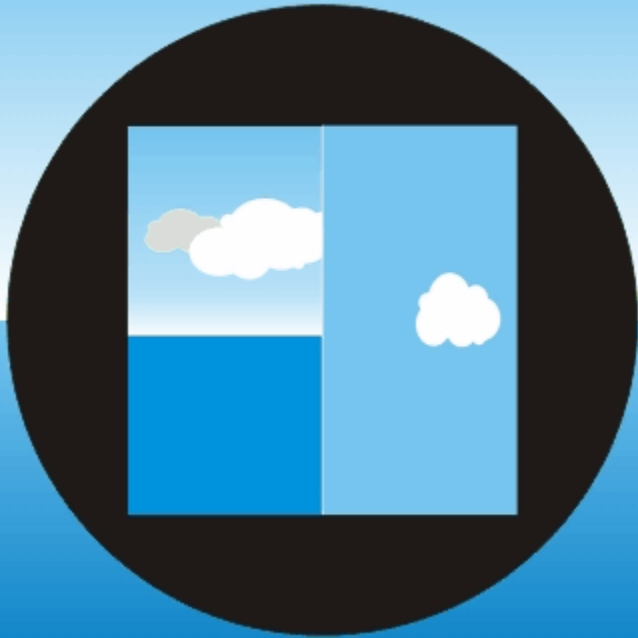
bring the Sun to the horizon



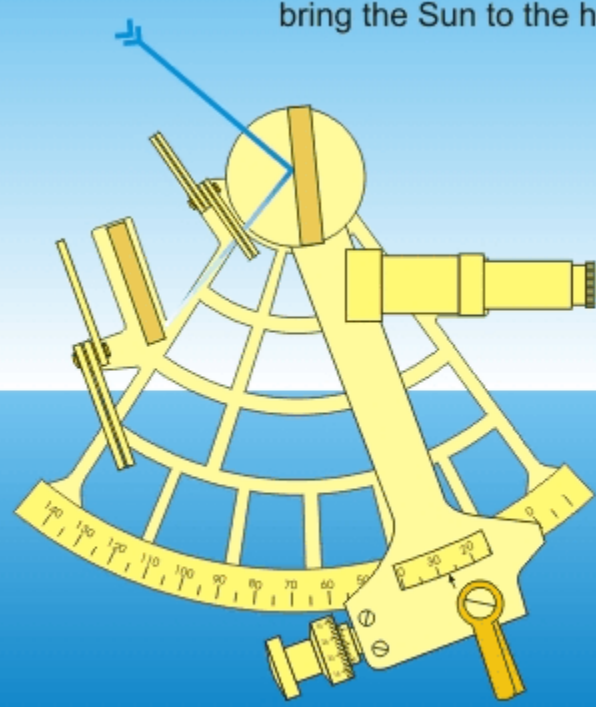


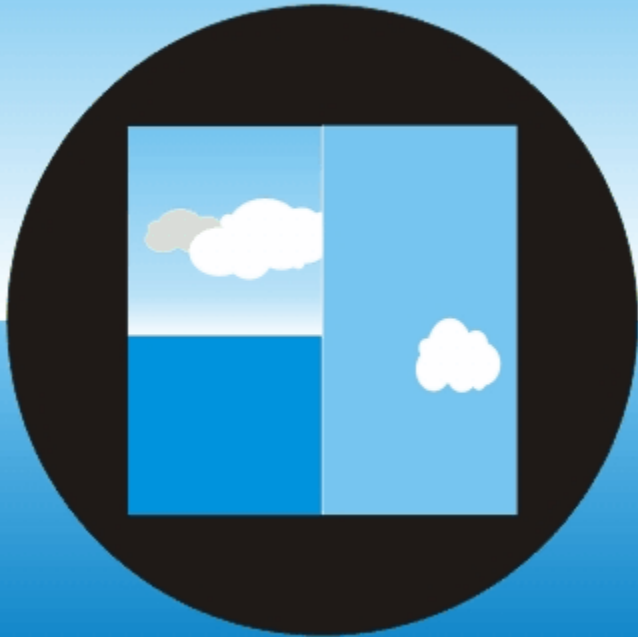
bring the Sun to the horizon



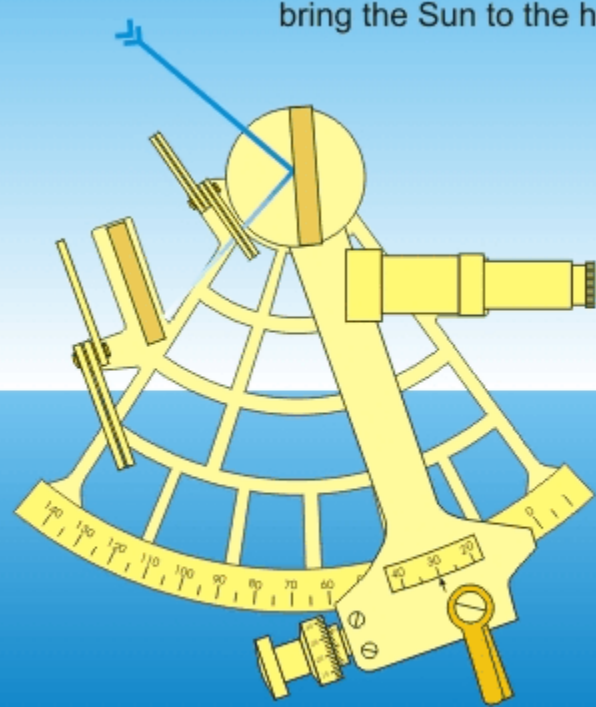


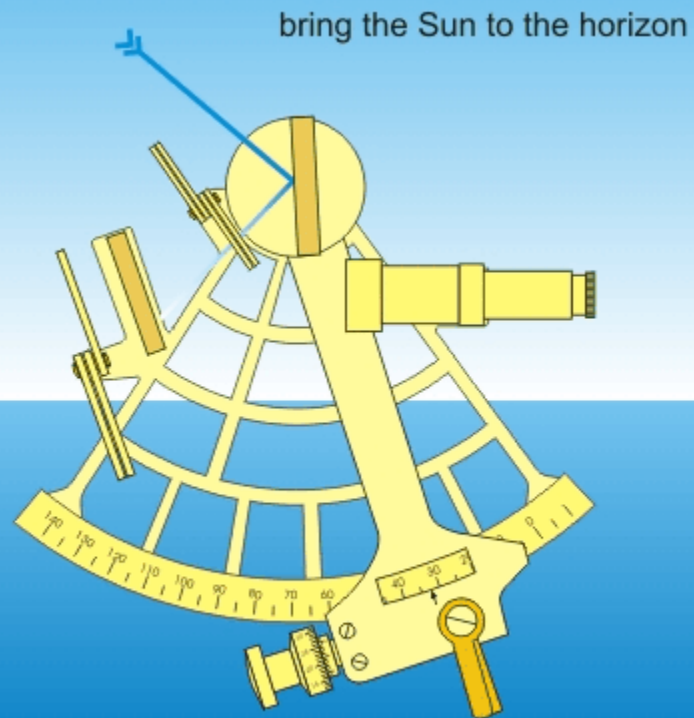
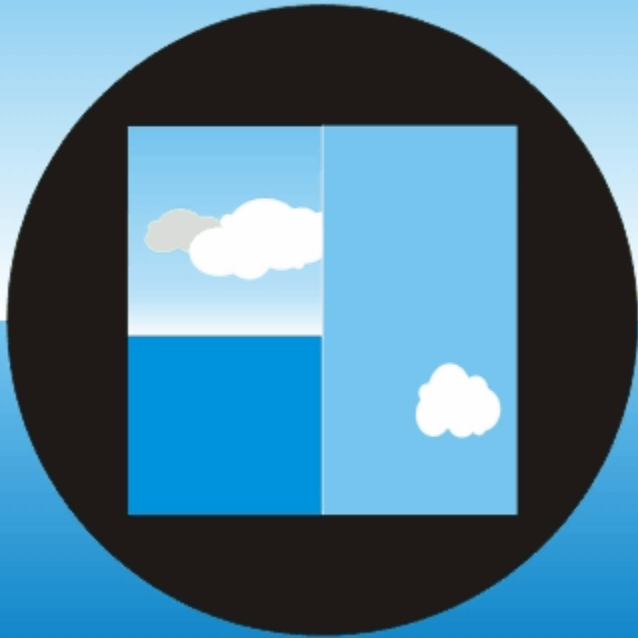
bring the Sun to the horizon

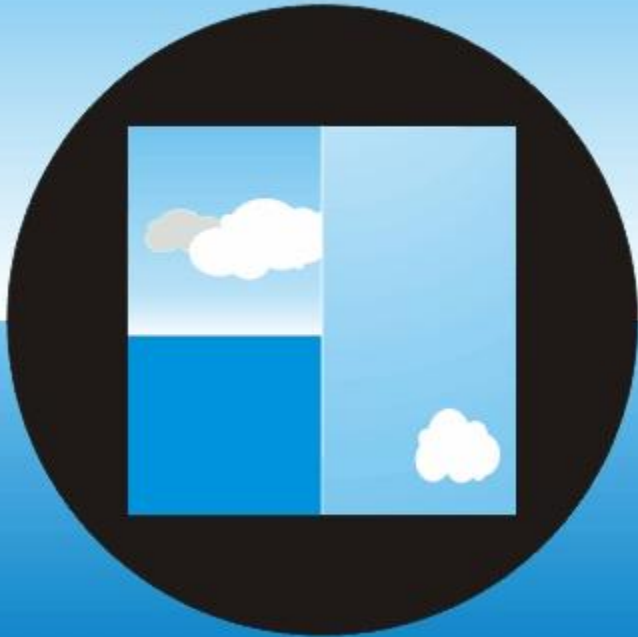




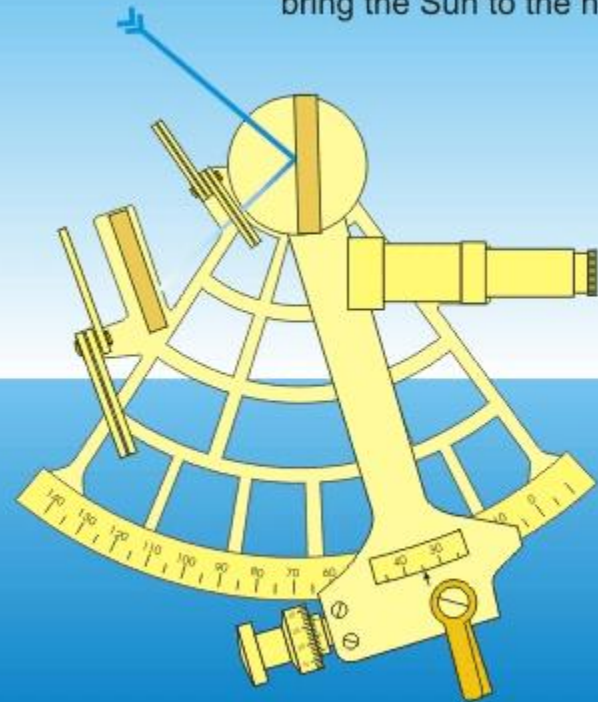
bring the Sun to the horizon





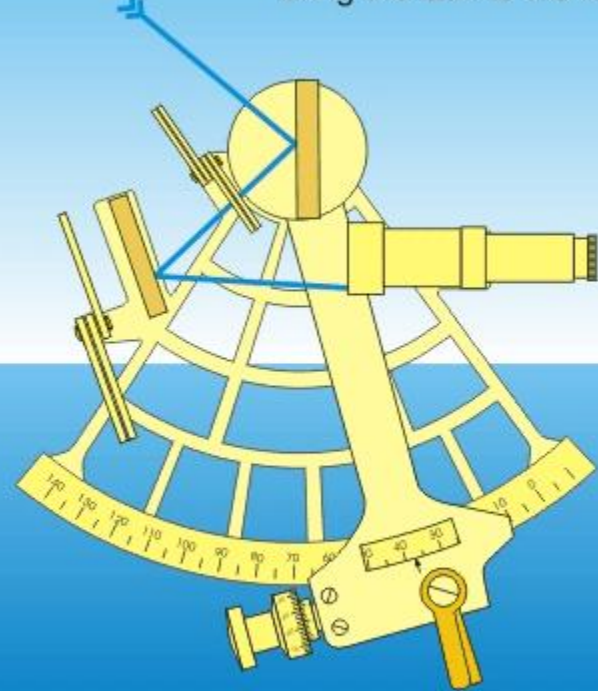


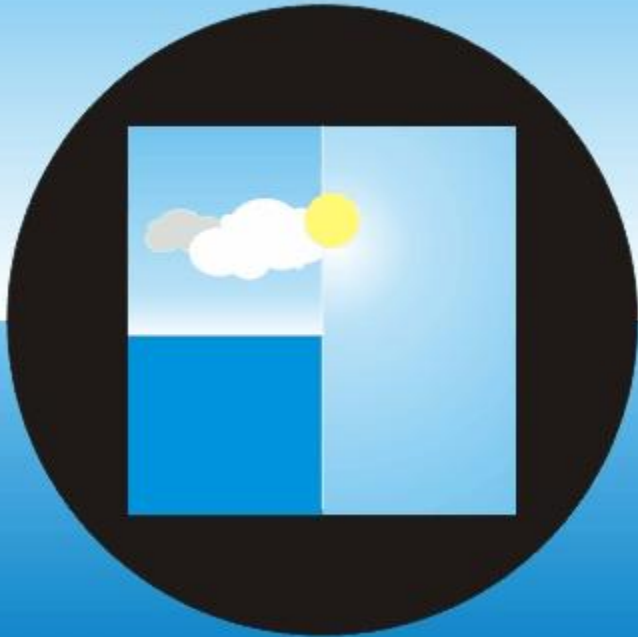
bring the Sun to the horizon



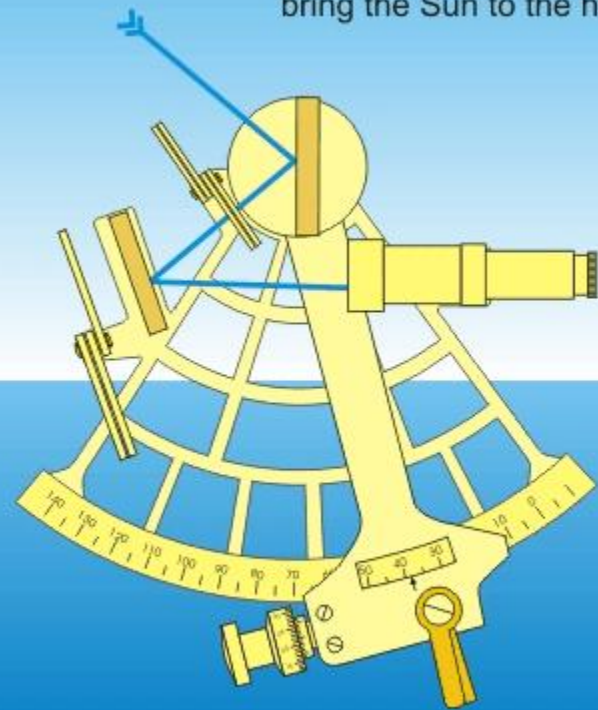


bring the Sun to the horizon

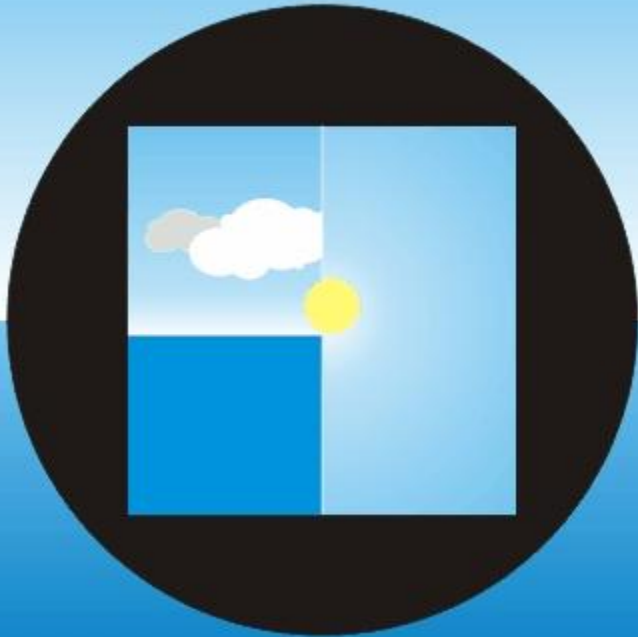




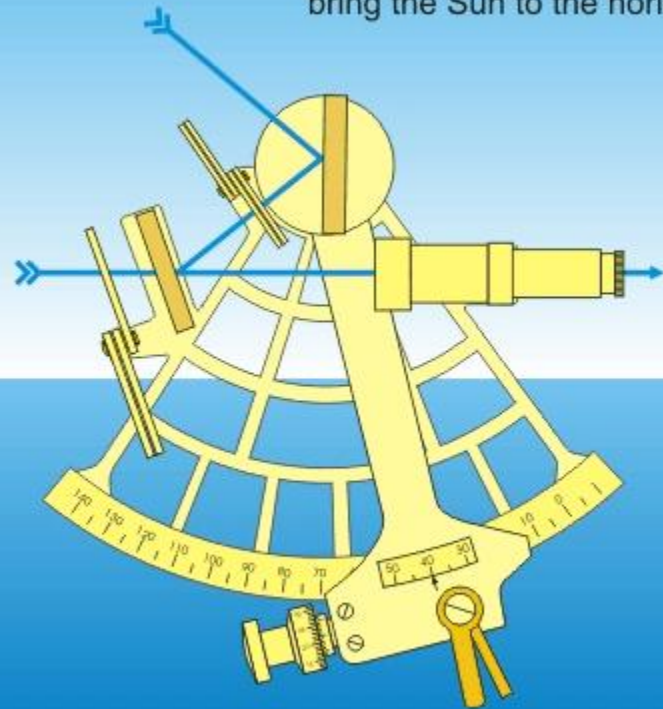
bring the Sun to the horizon

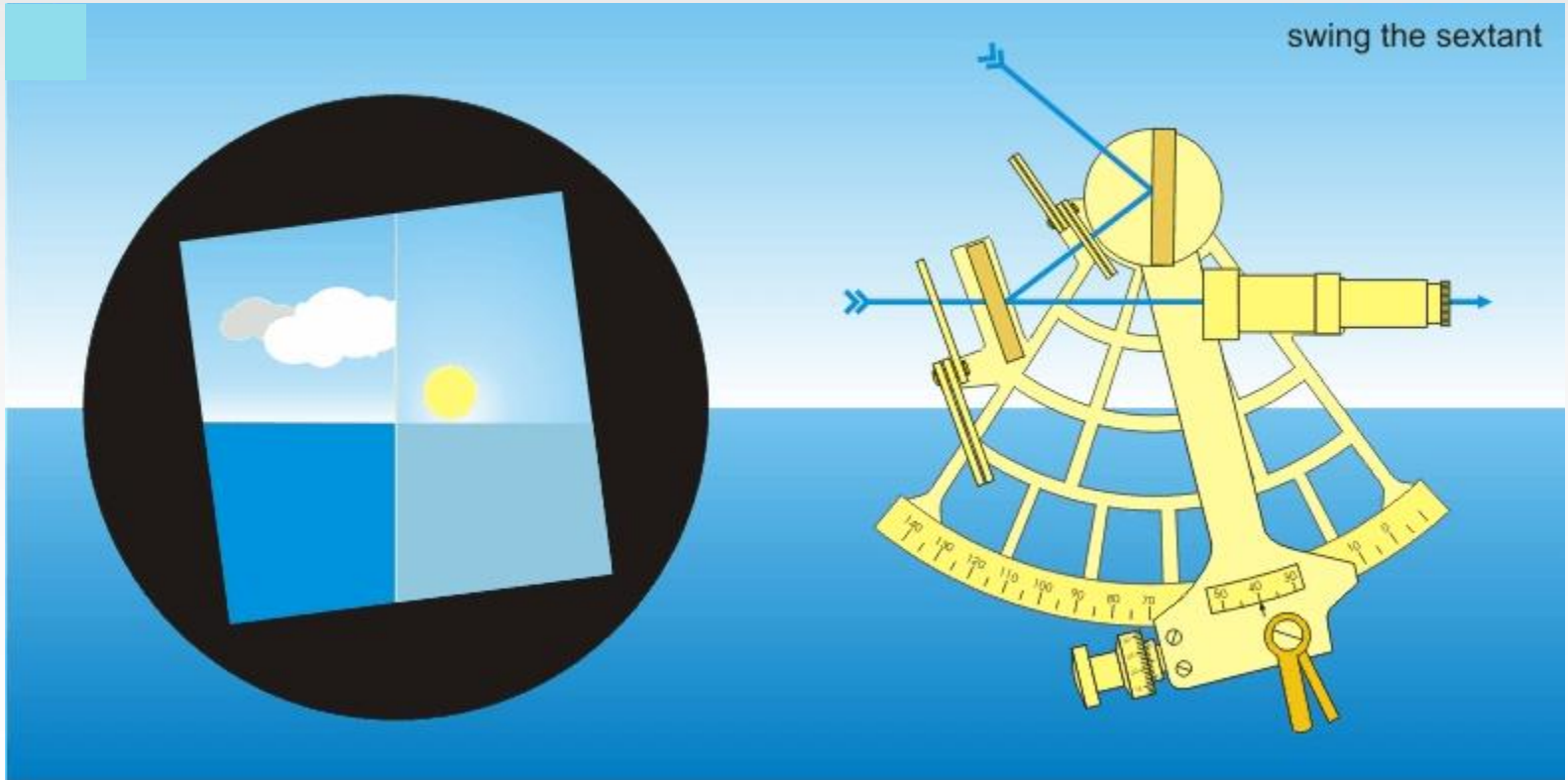


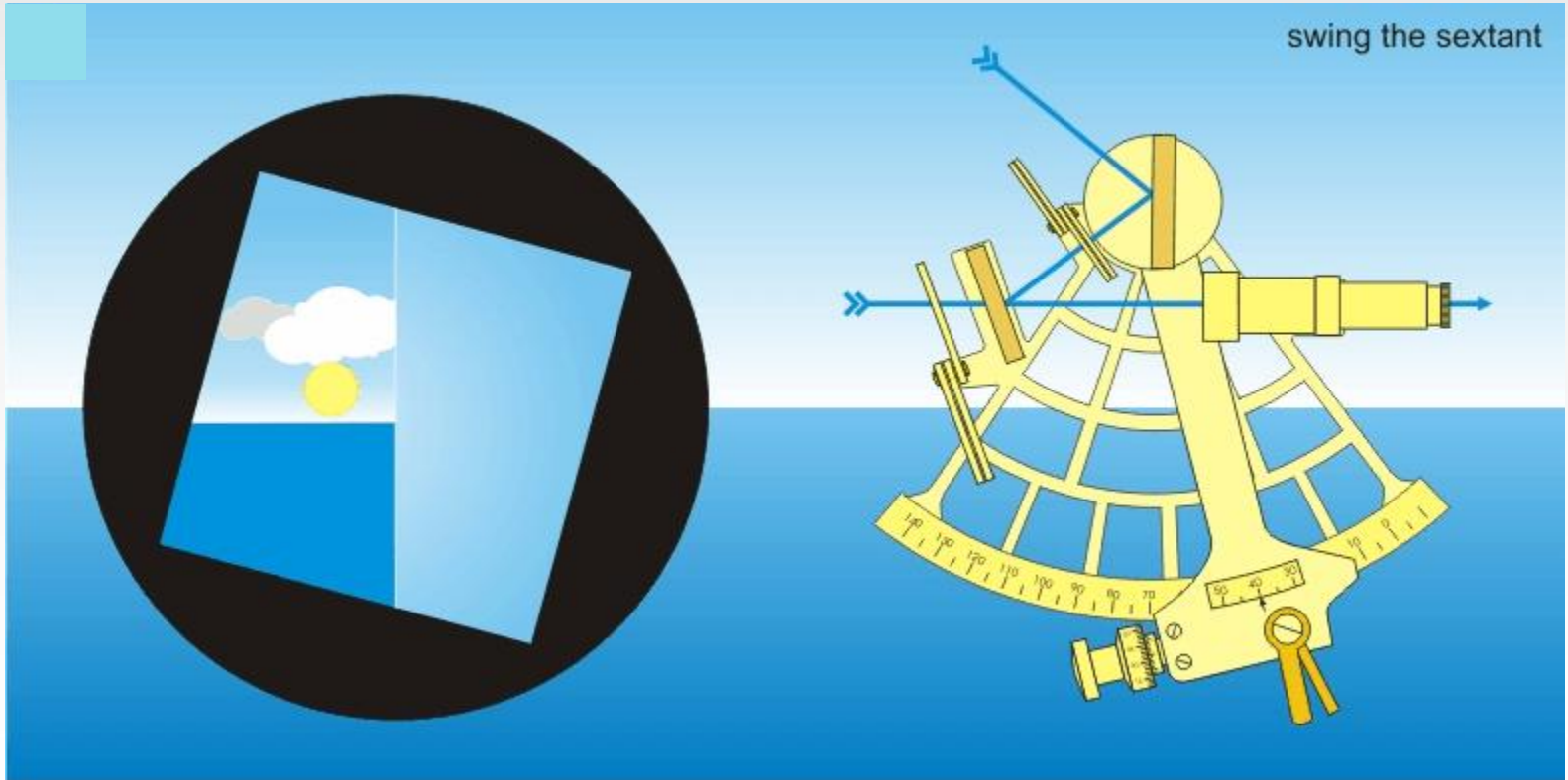




bring the Sun to the horizon



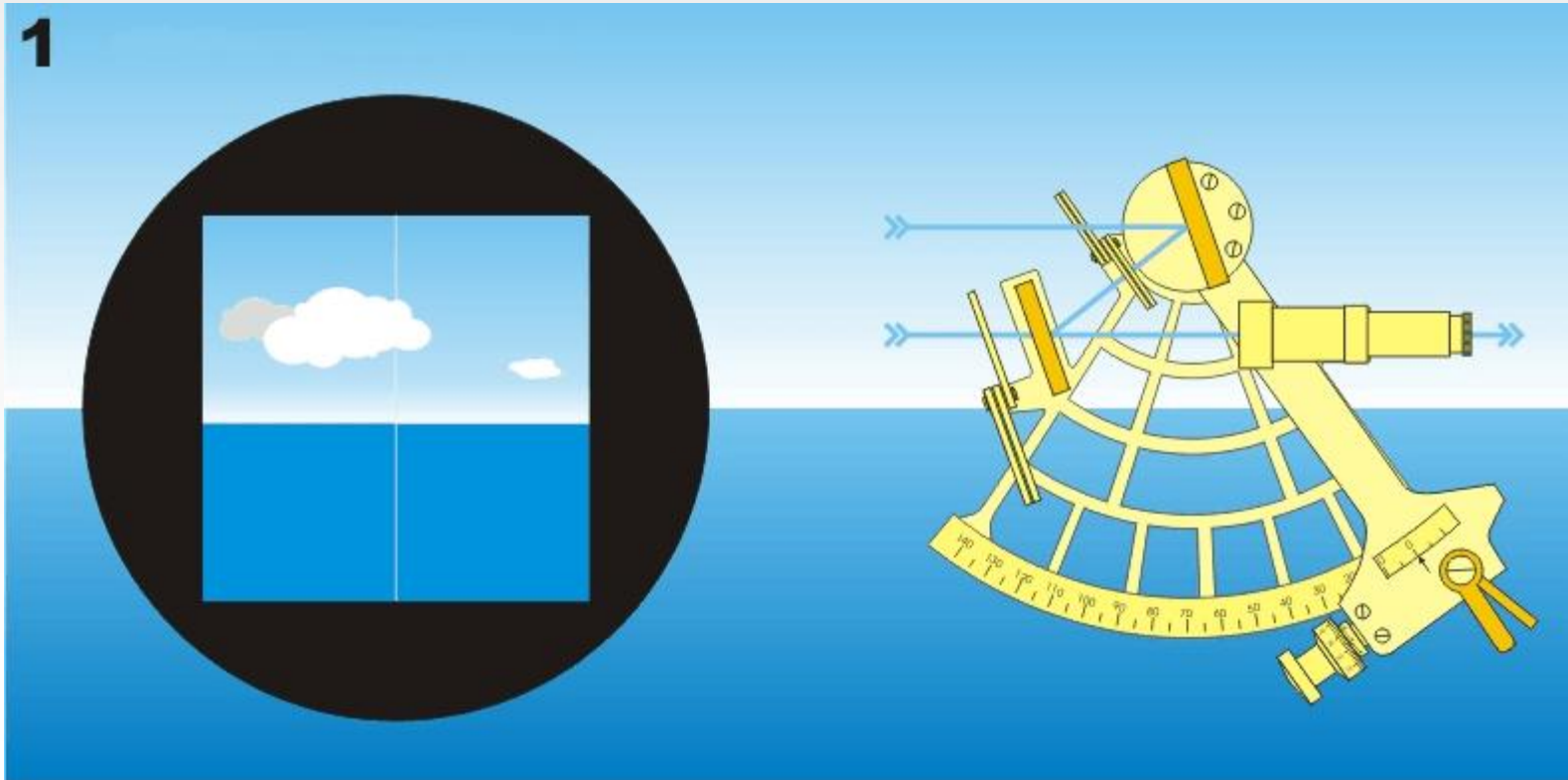




# Hoekmeting met de sextant

Animatie

1

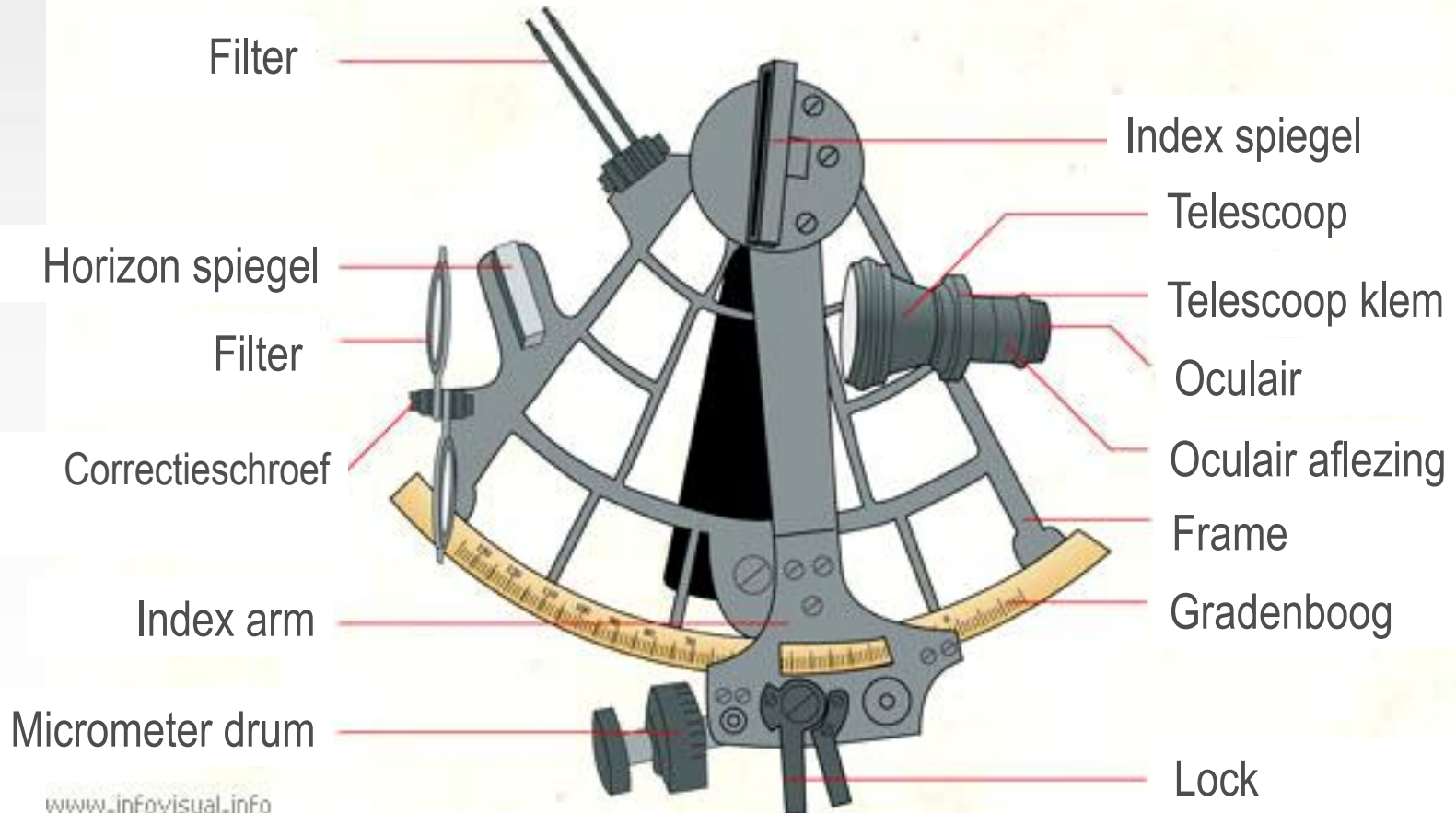


# Sextant

Nauwkeurige hoogtemeting van hemellichamen

tot op 0,1' ofwel  $\frac{1}{600}^{\circ}$

## SEXTANT



# Altijd vaste correcties bij aflezing sextant

- Ooghoogte (Dip)

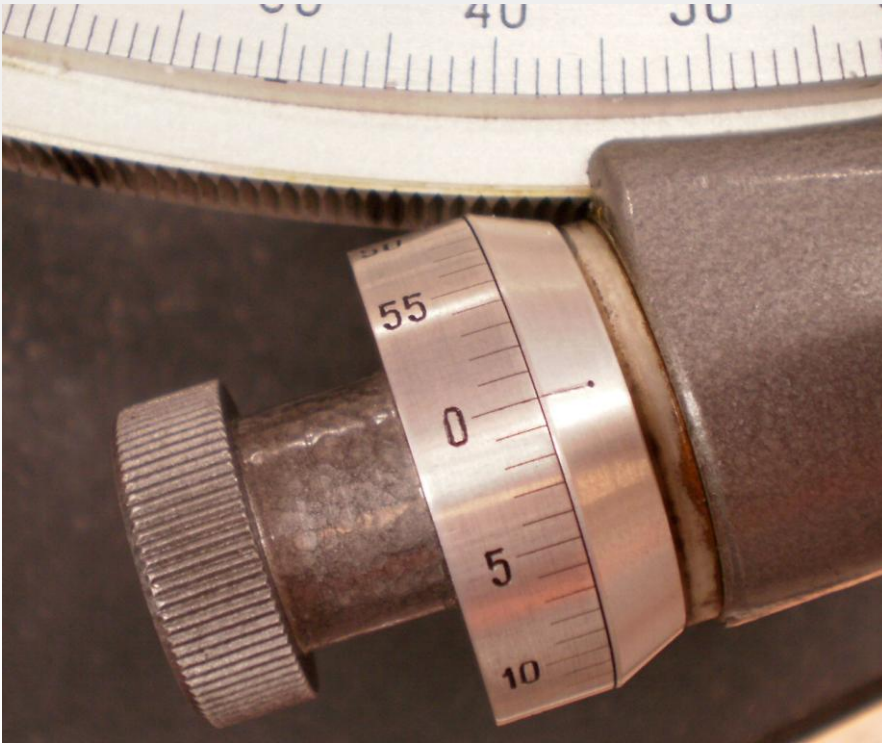
- Refractie (Altitude correction)

- Index error (IE)

ALTITUDE CORRECTION TABLES 10°-90°—SUN, STARS, PLANETS

OCT.—MAR. SUN			APR.—SEPT.			STARS AND PLANETS				DIP				
App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Corr <sup>n</sup>	App. Alt.	Additional Corr <sup>n</sup>	Ht. of Eye	Corr <sup>n</sup>	Ht. of Eye	Ht. of Eye	Corr <sup>n</sup>
° /	'	'	° /	'	'	° /	'		<b>2011</b>	m		ft.	m	'
9 33	+10·8	-21·5	9 39	+10·6	-21·2	9 55	-5·3		<b>VENUS</b>	2·4	-2·8	8·0	1·0	-1·8
9 45	+10·9	-21·4	9 50	+10·7	-21·1	10 07	-5·2		Jan. 1—Feb. 18	2·6	-2·9	8·6	1·5	-2·2
9 56	+11·0	-21·3	10 02	+10·8	-21·0	10 20	-5·1		° /	2·8	-3·0	9·2	2·0	-2·5
10 08	+11·1	-21·2	10 14	+10·9	-20·9	10 32	-5·0		0	3·0	-3·1	9·8	2·5	-2·8
10 20	+11·2	-21·1	10 27	+11·0	-20·8	10 46	-4·9		0 +0·2	3·2	-3·2	10·5	3·0	-3·0
10 33	+11·3	-21·0	10 40	+11·1	-20·7	10 59	-4·8		41 +0·1	3·4	-3·3	11·2		
10 46	+11·4	-20·9	10 53	+11·2	-20·6	11 14	-4·7		76 +0·1	3·6	-3·4	11·9		See table
11 00	+11·5	-20·8	11 07	+11·3	-20·5	11 29	-4·6		Feb. 19—Dec. 31	3·8	-3·5	12·6		←
11 15	+11·6	-20·7	11 22	+11·4	-20·4	11 44	-4·5		° /	4·0	-3·6	13·3	m	'
11 30	+11·7	-20·6	11 37	+11·5	-20·3	12 00	-4·4		60 +0·1	4·3	-3·7	14·1	20	-7·9
11 45	+11·8	-20·5	11 53	+11·6	-20·2	12 17	-4·3		<b>MARS</b>	4·5	-3·8	14·9	22	-8·3
12 01	+11·9	-20·4	12 10	+11·7	-20·1	12 35	-4·2		Jan. 1—Dec. 31	4·7	-3·9	15·7	24	-8·6
12 18	+12·0	-20·3	12 27	+11·8	-20·0	12 53	-4·1		° /	5·0	-4·0	16·5	26	-9·0
12 36	+12·1	-20·2	12 45	+11·9	-19·9	13 12	-4·0		0 +0·1	5·2	-4·1	17·4	28	-9·3
12 54	+12·2	-20·1	13 04	+12·0	-19·8	13 32	-3·9			5·5	-4·2	18·3		
13 14	+12·3	-20·0	13 24	+12·1	-19·7	13 53	-3·8			5·8	-4·3	19·1	30	-9·6
13 34	+12·4	-19·9	13 44	+12·2	-19·6	14 16	-3·7			6·1	-4·4	20·1	32	-10·0
13 55	+12·5	-19·8	14 06	+12·3	-19·5	14 39	-3·6			6·3	-4·5	21·0	34	-10·3
14 17	+12·6	-19·7	14 29	+12·4	-19·4	15 03	-3·5			6·6	-4·6	22·0	36	-10·6
14 41	+12·7	-19·6	14 53	+12·5	-19·3	15 29	-3·4			6·9	-4·7	22·9	38	-10·8
15 05	+12·8	-19·5	15 18	+12·6	-19·2	15 56	-3·3			7·2	-4·8	23·9		
15 31	+12·9	-19·4	15 45	+12·7	-19·1	16 25	-3·2			7·5	-4·9	24·9	40	-11·1
15 59	+13·0	-19·3	16 13	+12·8	-19·0	16 55	-3·1			7·9	-5·0	26·0	42	-11·4
16 27	+13·1	-19·2	16 43	+12·9	-18·9	17 27	-3·0			8·2	-5·1	27·1	44	-11·7
16 58	+13·2	-19·1	17 14	+13·0	-18·8	18 01	-2·9			8·5	-5·2	28·1	46	-11·9
17 30	+13·3	-19·0	17 47	+13·1	-18·7	18 37	-2·8			8·8	-5·3	29·2	48	-12·2
18 05			18 22			19 16				9·2		30·4		ft.

# Graden, minuten en tienden van minuten



Notatie:  $12^{\circ} 59',4$

graden	minuten	decimaal minuten
	59	1
	59	2
	59	3
	59	4
	59	5
	59	6
	59	7
	59	8
	59	9
1	00	0
1	00	1
1	00	2
1	00	3
1	00	4
1	00	5
1	00	6
1	00	7
1	00	8
1	00	9
1	01	0
1	02	1
1	03	2

# Zestigtallig stelsel

- Het Oud-Babylonische rijk (1850 BC)
  - 60 tallig stelsel

57  
58  
59  
1 00  
1 01  
1 02

## Afstand:

Nm ofwel boogminuten, tienden van boogminuten (dus geen boogseconden)

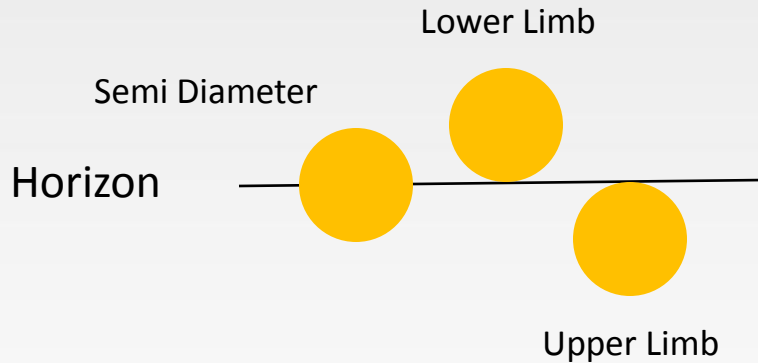
10',4	→ 10,4 nm	57,7
1° 10',4	→ 60 + 10,4 = 70,4 nm	57,8
		57,9
		58,0
		58,1

## Tijd:

Uren, minuten, seconden	57
	58
	59
7h 12m 54s	1 00
	1 01
	1 02



# Upper- of lower limb Zon



Correcties voor:

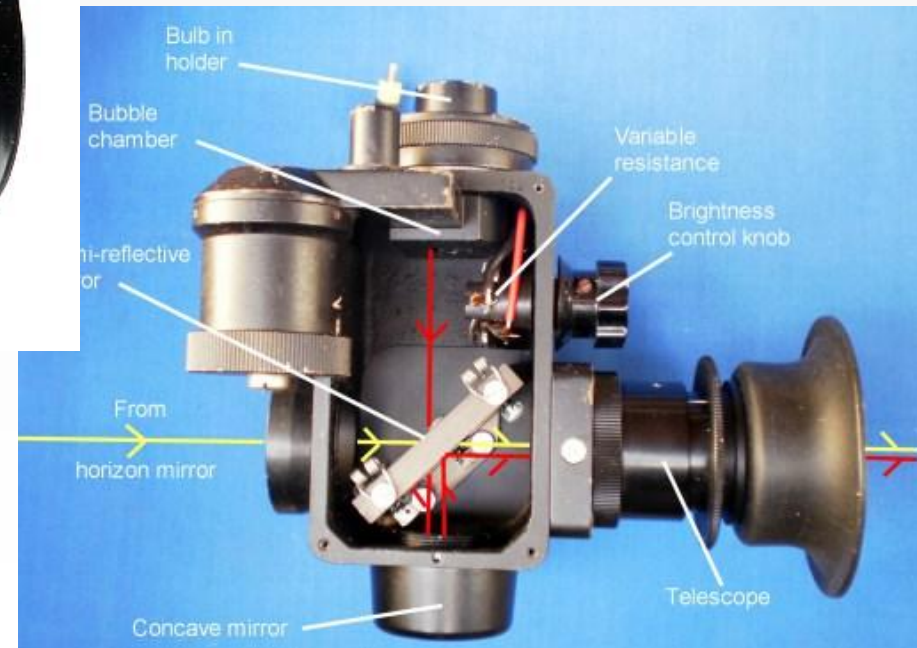
- Lower/upper limb
- Refractie van de aardse atmosfeer

A2 ALTITUDE CORRECTION TABLES 10°-90°—SUN, STARS, PLANETS

OCT.—MAR. SUN			APR.—SEPT.			STARS AND PLANETS		DIP						
App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Corr <sup>n</sup>	App. Alt.	Additional Corr <sup>n</sup>	Ht. of Eye	Corr <sup>n</sup>	Ht. of Eye	Ht. of Eye	Corr <sup>n</sup>
9 34	+10.8	-21.5	9 39	+10.6	-21.2	9 56	-5.3		1995	m		ft.		
9 45	+10.9	-21.4	9 51	+10.7	-21.1	10 08	-5.2		VENUS	2.4	-2.8	8.0	1.0	-1.8
9 56	+11.0	-21.3	10 03	+10.8	-21.0	10 20	-5.1	Jan. 1-Jan. 2	2.8	-2.9	8.6	1.5	-2.2	
10 08	+11.1	-21.2	10 15	+10.9	-20.9	10 33	-5.0	0	2.8	-3.0	9.2	2.0	-2.5	
10 21	+11.2	-21.1	10 27	+11.0	-20.8	10 46	-4.9	0 +0.3	3.0	-3.1	9.8	2.5	-2.8	
10 34	+11.3	-21.0	10 40	+11.1	-20.7	11 00	-4.8	34 +0.2	3.2	-3.2	10.5	3.0	-3.0	
10 47	+11.4	-20.9	10 54	+11.2	-20.6	11 14	-4.7	60 +0.1	3.4	-3.2	11.2		See table	
11 01	+11.5	-20.8	11 08	+11.3	-20.5	11 29	-4.6	80	3.6	-3.3	11.9			
11 15	+11.6	-20.7	11 23	+11.4	-20.4	11 45	-4.5	Jan. 3-Feb. 23	3.8	-3.4	12.6			
11 30	+11.7	-20.6	11 38	+11.5	-20.3	12 01	-4.4	0	3.8	-3.5	13.3		m	
11 46	+11.8	-20.5	12 10	+11.6	-20.2	12 18	-4.4	0 +0.2	4.0	-3.6	13.3		20- 7.9	
12 02	+11.9	-20.4	12 28	+11.7	-20.1	12 35	-4.3	41 +0.1	4.3	-3.7	14.1		22- 8.3	
12 19	+12.0	-20.3	12 46	+11.8	-20.0	12 54	-4.2	76	4.5	-3.8	14.9		24- 8.6	
12 37	+12.1	-20.2	13 05	+11.9	-19.9	13 13	-4.1	Feb. 24-Dec. 31	4.7	-3.9	15.7		26- 9.0	
12 55	+12.2	-20.1	13 24	+12.0	-19.8	13 33	-4.0	0	5.0	-4.0	16.5		28- 9.3	
13 14	+12.3	-20.0	13 45	+12.1	-19.7	13 54	-3.9	0 +0.1	5.2	-4.1	17.4			
13 35	+12.4	-19.9	14 07	+12.3	-19.5	14 16	-3.8	60	5.5	-4.1	18.3		30- 9.6	
13 56	+12.5	-19.8	14 30	+12.4	-19.4	14 40	-3.6	MARS	5.8	-4.2	19.1		32- 10.0	
14 18	+12.6	-19.7	14 54	+12.5	-19.3	15 04	-3.5	Jan. 1-Apr. 10	6.1	-4.3	20.1		34- 10.3	
14 42	+12.7	-19.6	15 19	+12.6	-19.2	15 30	-3.4	0	6.3	-4.4	21.0		36- 10.6	
15 06	+12.8	-19.5	15 46	+12.7	-19.1	15 57	-3.3	0 +0.2	6.6	-4.5	22.0		38- 10.8	
15 32	+12.9	-19.4	16 14	+12.8	-19.0	16 26	-3.2	41 +0.1	6.9	-4.6	22.9			
15 59	+13.0	-19.3	16 44	+12.9	-18.9	16 56	-3.1	76	7.2	-4.7	23.9		40- 11.1	
16 28	+13.1	-19.2	17 15	+13.0	-18.8	17 28	-3.0	Apr. 11-Dec. 31	7.5	-4.8	24.9		42- 11.4	
16 59	+13.2	-19.1	17 48	+13.1	-18.7	18 02	-2.9	0	7.9	-4.9	26.0		44- 11.7	
17 32						18 38	-2.9	0 +0.1	8.2	-5.0	27.1		46- 11.9	
								60	8.5	-5.1	28.1		48- 12.2	
									8.8	-5.2	29.2			

Nautical Almanac

# Bubble sextant luchtvaart



# Nauwkeurige kunstmatige horizon

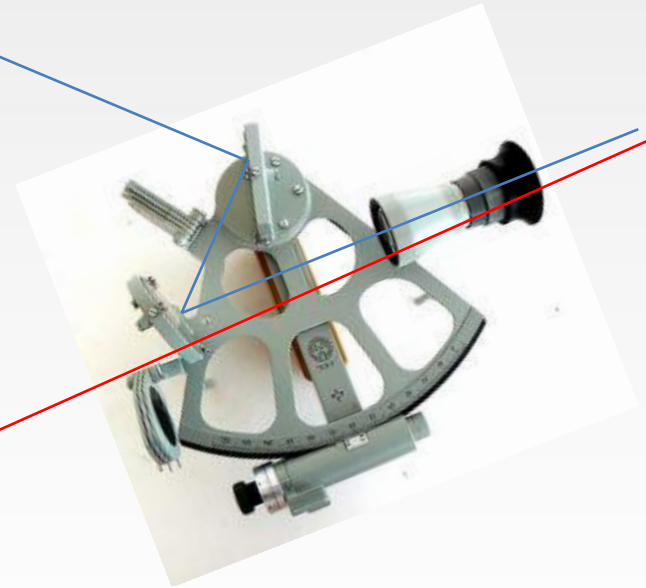
Voor oefenen



Commercieel verkrijgbare kunsthorizon



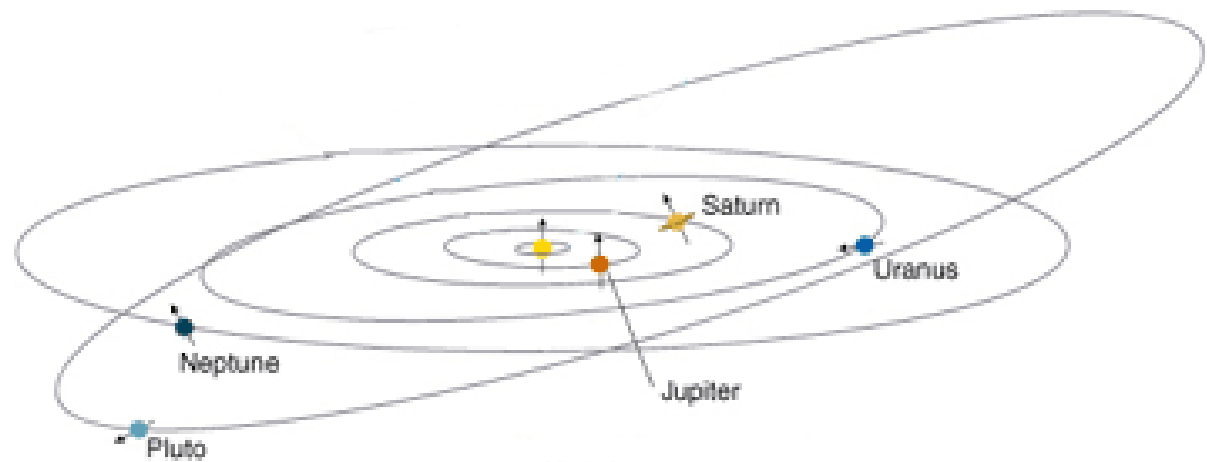
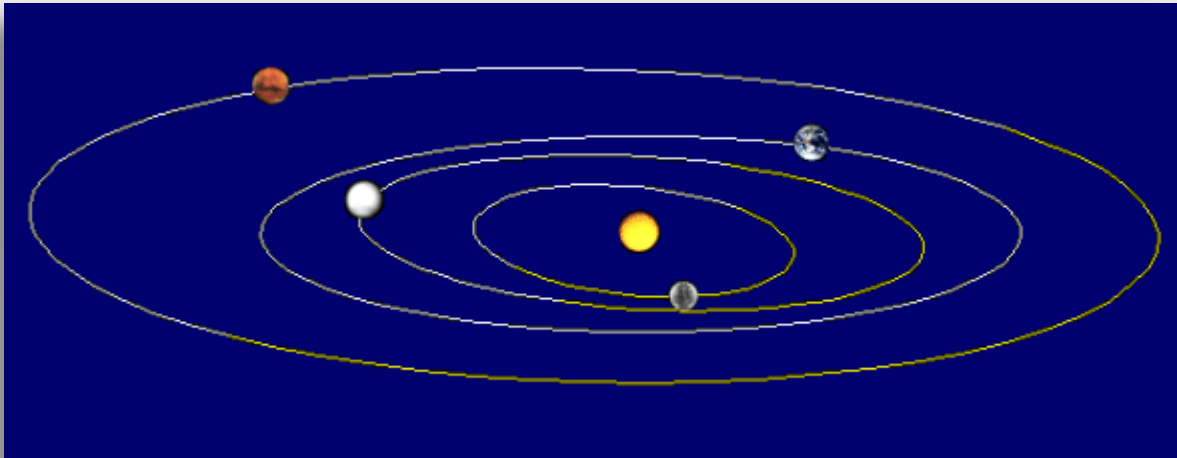
Ovenplaat met water



- **Aflezing Sextant door twee delen**
- **Geen Dip error**
- **Geen Altitude correctie**

# Ecliptica

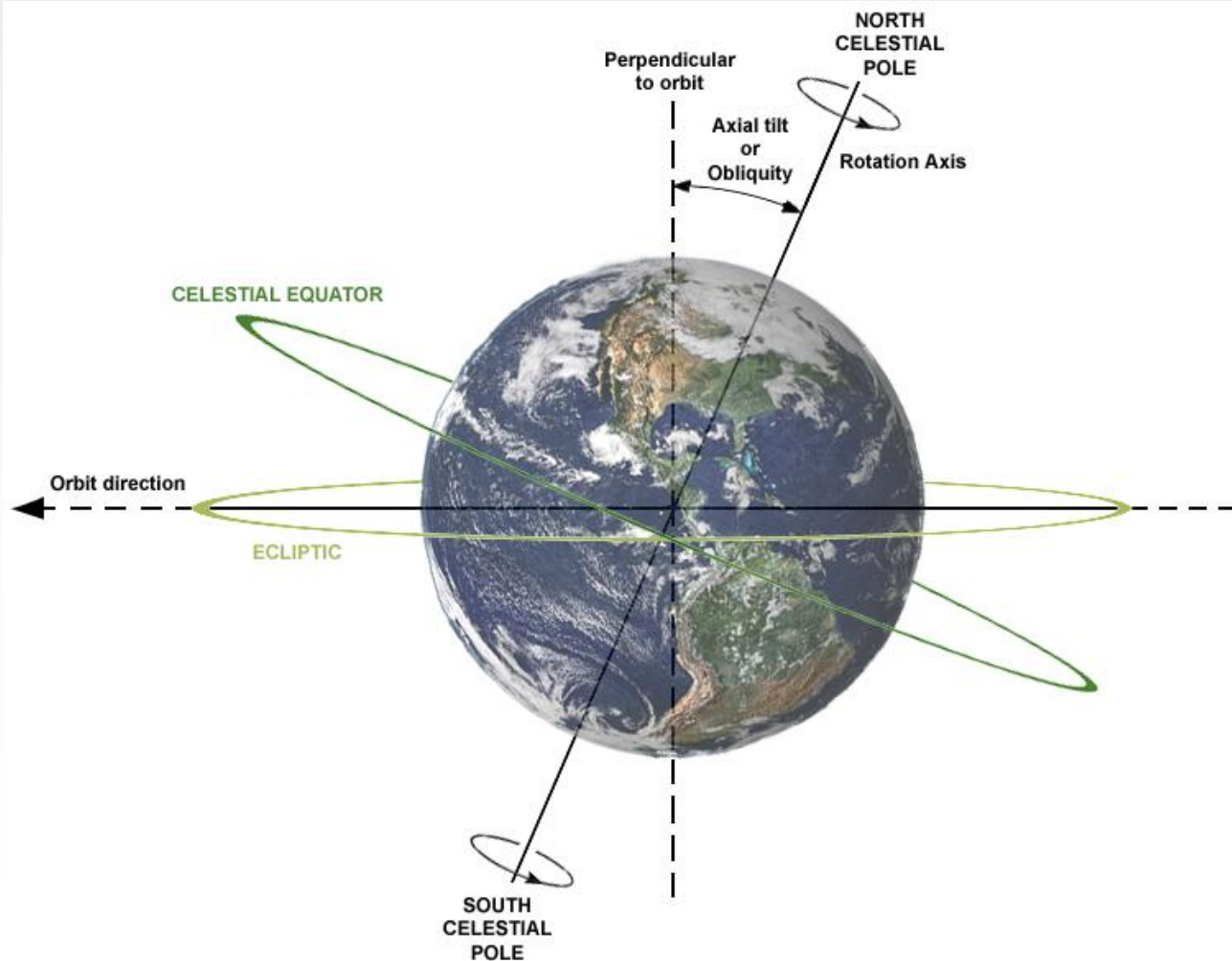
Het vlak waarin 8 van de 9 planeten rond de zon draaien



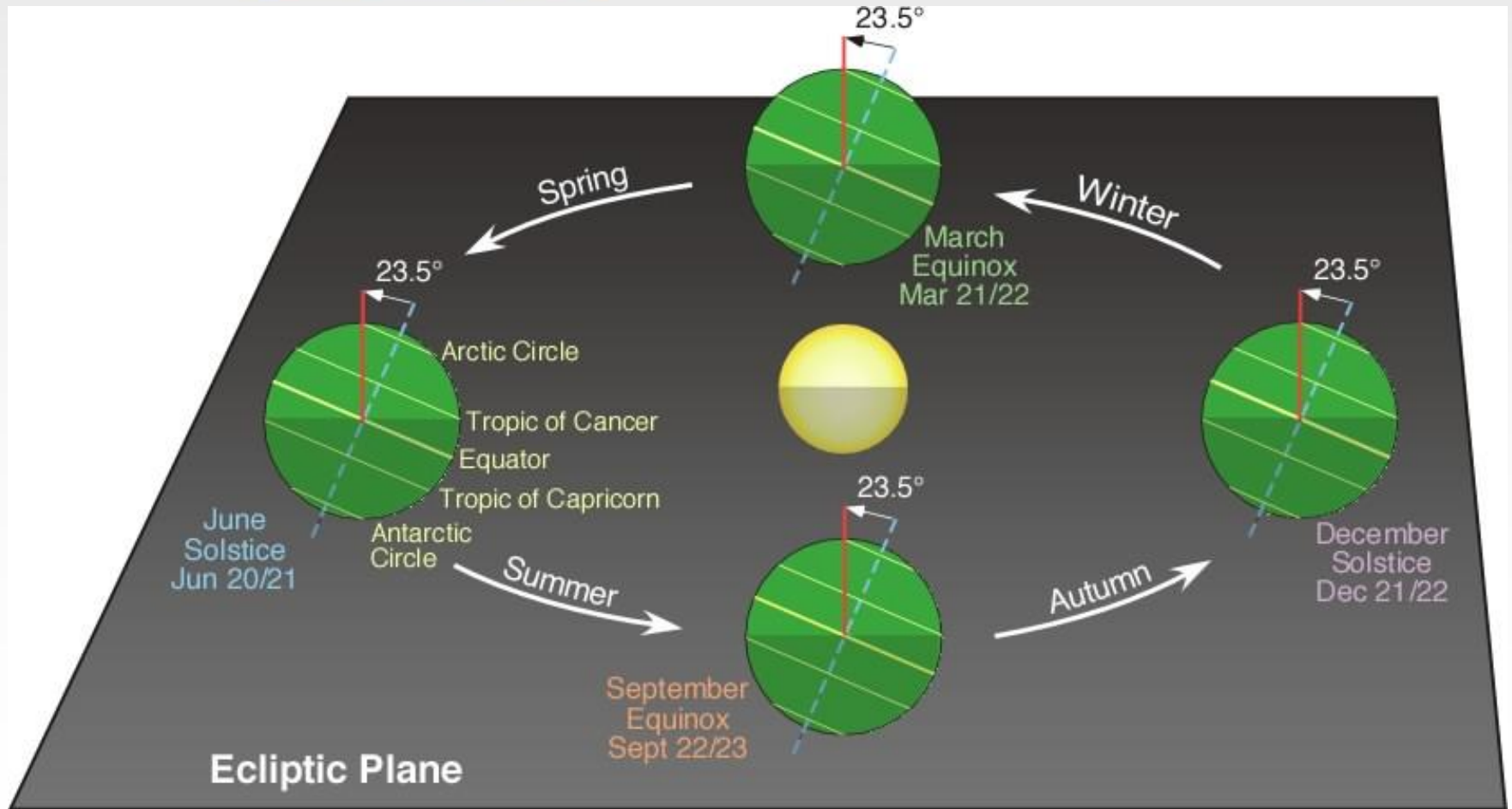
# De aarde staat 'scheef' t.o.v. de ecliptica



Aarde staat  $\sim 23,5^\circ$  'scheef' t.o.v. Ecliptica

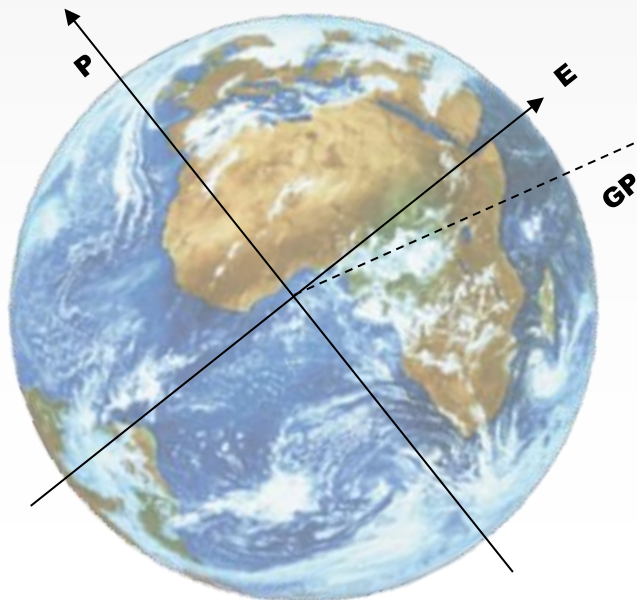


# Beweging van de aarde rond de zon



# Declination

Omdat de as van de aarde schuin staat t.o.v. van onze baan rond de zon (de z.g. Ecliptic) verandert de Geographical Position (GP) - en dus de declinatie- van de Zon, de Maan en de planeten gedurende het jaar



Voor bepaling van de declinatie heb je een Nautical Almanac met 'Daily Pages' van dat specifieke jaar nodig

2010 JULY 12, 13, 14 (MON., TUES., WED)



UT	SUN		MOON					Lat.	Twilight		Sunrise	Moonrise				
	GHA	Dec	GHA	v	Dec	d	HP		Naut.	Civil		h	m	12		13
														h	m	
1200	178 36.4	N22 00.7	176 07.4	5.2	N20 43.1	9.3	60.4	N 72								
01	193 36.3	00.3	190 31.6	5.2	20 33.8	9.4	60.4	N 70								
02	208 36.3	22 00.0	204 55.8	5.2	20 24.4	9.5	60.5	68								
03	223 36.2	21 59.6	219 20.0	5.4	20 14.9	9.8	60.5	66								
04	238 36.1	59.3	233 44.4	5.4	20 05.1	9.8	60.5	64								
05	253 36.0	58.9	248 08.8	5.4	19 55.3	10.0	60.5	62			01 26	01 57	04 05	04 05	06	
06	268 35.9	N21 58.6	262 33.2	5.5	N19 45.3	10.1	60.5	60			02 09	02 40	04 32	04 32	06	
07	283 35.9	58.3	276 57.7	5.6	19 35.2	10.3	60.5	N 58		00 29	02 38	03 09	05 09	05 09	07	
08	298 35.8	57.9	291 22.3	5.7	19 24.9	10.3	60.5	56		01 38	03 00	03 31	05 22	05 22	07	
M 09	313 35.7	57.6	305 47.0	5.7	19 14.6	10.6	60.6	54			03 17	04 04	05 43	05 43	07	
O 10	328 35.6	57.2	320 11.7	5.7	19 04.0	10.6	60.6	52	00 27	02 35	03 32	04 16	05 52	05 52	07	
N 11	343 35.5	56.9	334 36.4	5.9	18 53.4	10.8	60.6	50	02 00	03 09	03 44	04 27	05 59	05 59	07	
D 12	358 35.4	56.2	348 01.3	5.9	N18 42.6	10.9	60.6	45	02 23	03 23	03 55	04 37	06 06	06 06	07	
A 13	13 35.4	55.8	3 26.2	6.0	18 31.7	11.1	60.6	N 40	03 02	03 49	04 26	05 04	06 12	06 12	07	
Y 14	28 35.3	55.5	17 51.2	6.0	18 20.6	11.1	60.6	35	03 30	04 10	04 42	05 19	06 25	06 25	07	
15	43 35.2	55.1	32 16.2	6.1	18 09.5	11.3	60.6	30	03 51	04 27	04 56	05 31	06 36	06 36	07	
16	58 35.2	54.7	46 41.3	6.2	17 58.2	11.4	60.6	20	04 08	04 41	05 08	05 42	06 45	06 45	07	
17	73 35.1	54.0	61 06.5	6.3	17 46.8	11.6	60.6	N 10	04 35	05 04	05 28	06 01	07 06	07 06	08	
18	88 35.0	N21 54.4	75 31.8	6.3	N17 35.2	11.6	60.7	0	04 56	05 23	05 46	06 17	07 18	07 18	08	
19	103 34.9	54.0	89 57.1	6.4	17 23.6	11.8	60.7	S 10	05 14	05 40	06 02	06 32	07 29	07 29	08	
20	118 34.8	53.7	104 22.5	6.5	17 11.8	11.9	60.7	20	05 30	05 56	06 18	06 47	07 40	07 40	08	
21	133 34.8	53.3	118 48.0	6.5	16 59.9	12.0	60.7	30	05 44	06 12	06 35	07 03	07 52	07 52	08	
22	148 34.7	53.0	133 13.5	6.6	16 47.9	12.1	60.7	35	05 59	06 29	06 55	07 21	08 06	08 06	08	
23	163 34.6	52.6	147 39.1	6.7	16 35.8	12.2	60.7	40	06 07	06 39	07 06	07 32	08 13	08 13	08	
1300	178 34.5	N21 52.3	162 04.8	6.8	N16 23.6	12.3	60.7	45	06 16	06 49	07 19	07 44	08 22	08 22	08	
01	193 34.5	51.9	176 30.6	6.8	16 11.3	12.5	60.7	S 50	06 25	07 02	07 35	07 58	08 32	08 32	09	
02	208 34.4	51.5	190 56.4	6.9	15 58.8	12.5	60.7	52	06 35	07 16	07 53	08 15	08 45	08 45	09	
03	223 34.3	51.2	205 22.3	7.0	15 46.3	12.6	60.7	54	06 40	07 23	08 02	08 24	08 50	08 50	09	
04	238 34.2	50.8	219 48.3	7.0	15 33.7	12.8	60.7	56	06 45	07 30	08 12	08 33	09 04	09 04	09	
05	253 34.1	50.5	234 14.3	7.1	15 20.9	12.8	60.7	58	06 50	07 38	08 24	08 43	09 11	09 11	09	
06	268 34.1	N21 50.1	248 40.4	7.2	N15 08.1	13.0	60.7	S 60	06 56	07 47	08 36	08 54	09 20	09 20	09	
07	283 34.0	49.7	263 06.6	7.3	14 55.1	13.0	60.7		07 03	07 57	08 52	09 08	09 20	09 20	09	
08	298 33.9	49.4	277 32.9	7.3	14 42.1	13.1	60.7									
T 09	313 33.8	49.0	291 59.2	7.4	14 29.0	13.2	60.7									
U 10	328 33.8	48.6	306 25.6	7.5	14 15.8	13.3	60.7									
E 11	343 33.7	48.3	320 52.1	7.5	14 02.5	13.4	60.7									
S 12	358 33.6	N21 47.9	335 18.6	7.6	N13 49.1	13.5	60.7									
D 13	13 33.6	47.5	349 45.2	7.7	13 35.4	13.6	60.7									

**NAUTICAL ALMANAC**  
 2011 COMMERCIAL EDITION

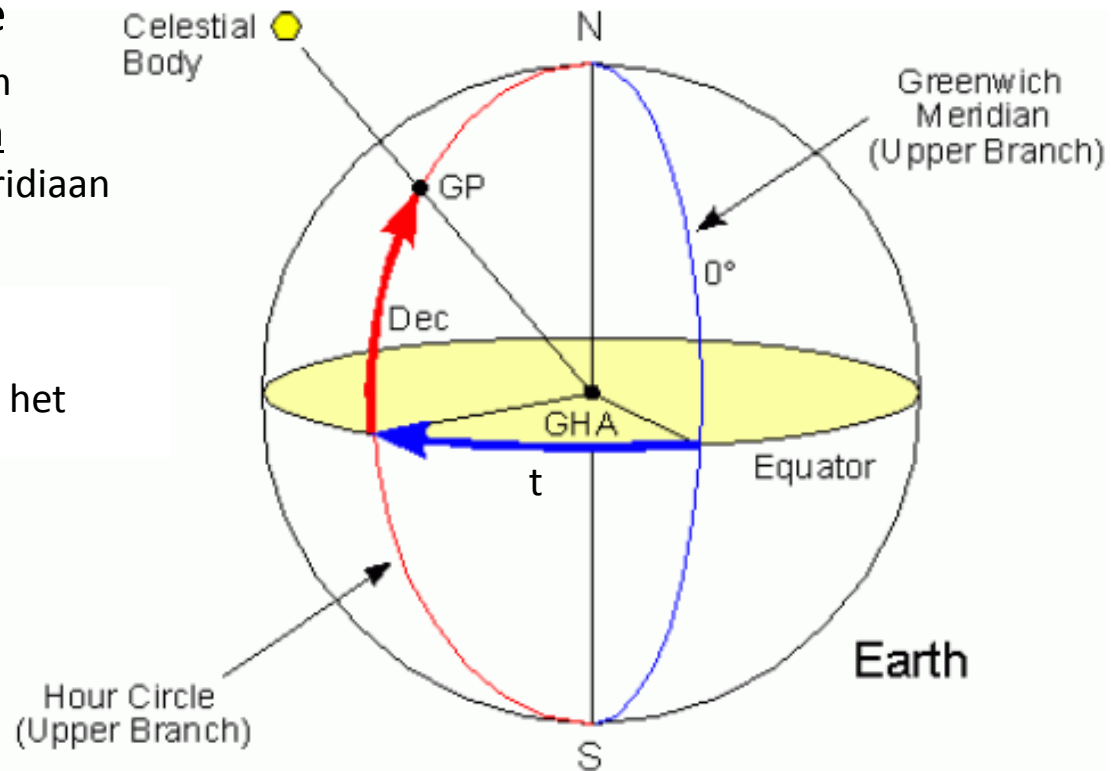
2011



# Positie van een hemellichaam t.o.v. nul-meridiaan

Greenwich Hour Angle (GHA) en Declinatie  
Zon, Maan, Planeten

- GHA: Greenwich Hour Angle
  - De hoek van het hemellichaam in het vlak van de evenaar, **ten westen** van de Greenwich meridiaan
- Declinatie
  - De hoek tussen de evenaar en het hemellichaam
  - Het ruimte (celestial) equivalent van latitude



**Hiermee leg je de positie van het hemellichaam -in absolute zin- vast op aarde**

# Positie van een hemellichaam tov de eigen positie

Local Hour Angle (LHA) en Declinatie  
Zon, Maan, Planeten

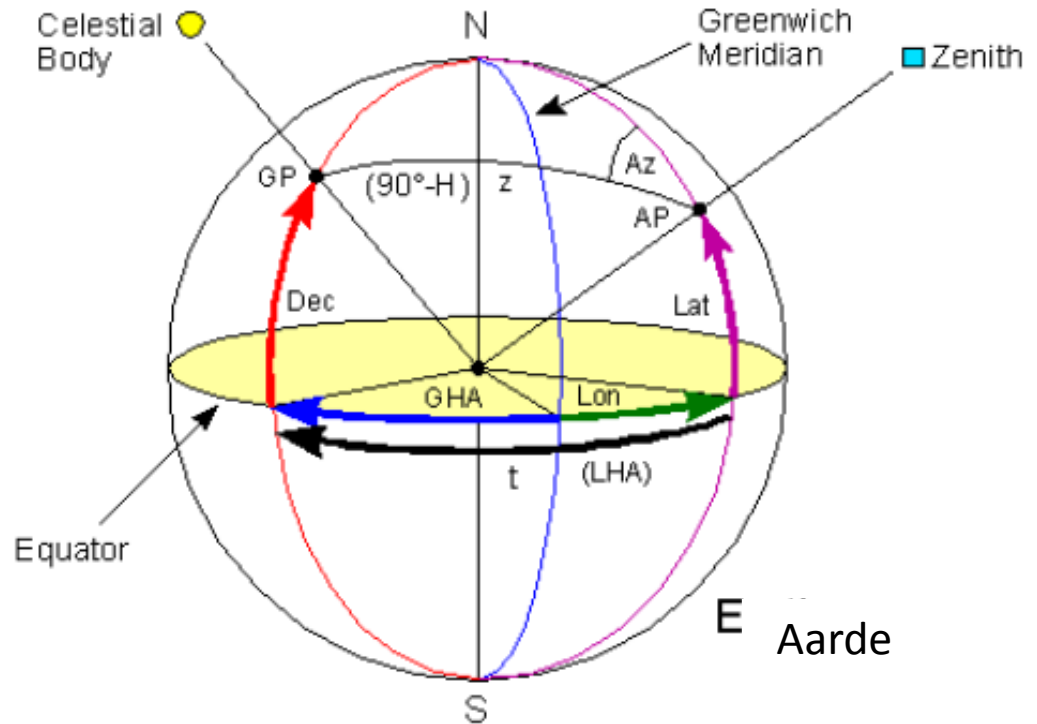
- LHA: Local Hour Angle

- De hoek van het hemellichaam in het vlak van de evenaar, **ten westen** van de eigen positie

- AP: assumed position

- eigen positie, ook wel Local Meridiaan (LM)

- GP: geographical position



Hiermee leg je de positie van het hemellichaam absoluut vast t.o.v. de waarnemer

# Werkbladen

Pdf voor alle hemellichamen  
op <http://remare.nl/astro>

**Ref**

**GENERAL**

G1 Date 

dd	mm	yy
----	----	----

G2 DR<sub>1,1</sub>

deg	min	N/S
-----	-----	-----

G3 DR<sub>1,eq</sub>

		E/W
--	--	-----

G4 Local Time 

h	m	s
---	---	---

G5 Time Zone 

+	-
---	---

*East later, west earlier*

G6 UTC 

--	--	--

---

**Sextant**

S1 Limb 

Lower	Upper	Artif.
-------	-------	--------

*Artificial horizon: divide sextant reading by 2 and skip Dip and Alt Carr*

S2 Reading 

deg	min
-----	-----

S3 Dip 

-3.1'
-------

*Reading at UTC*

S4 IE (+/-) 

+1.5'
-------

*Dip - 3.1' @ eye height 3 m above water*

S5 Alt Carr (+/-) 

--

*Freiburger Romare +1.5' (+ off the arc)*

S6 H<sub>c</sub>

--

*Nautical Almanac Altitude Correction Sun (yellow page)*

S7 H<sub>c</sub> Total 

--

S8 Intercept 

	-naut.miles
--	-------------

*should be < 1° or 60 nm, also try different AP<sub>1,eq</sub> and AP<sub>1,1</sub> See Tip at SU9*

S9 

away	to
------	----

*Hc>Ha -> 'away', Hc<Ha -> 'to' vector*

---

**SUN ONLY**

SU1 Limb *see Sextant* **first lookup** Nautical Almanac  
**second lookup** Nautical Almanac  
**third lookup** HO-249

SU2 GHA<sub>1,eq</sub>

deg	min
-----	-----

*Nautical Almanac Daily page (whole hour before the given UTC)*

SU3 GHA<sub>eq,1,eq</sub>

--

*Nautical Almanac Increments and Corrections (Sun column)*

SU4 GHA Total 

--

SU5 

360°
------

*If GHA<AP<sub>1,eq</sub> add 360° to GHA so the math*

SU6 GHA<sub>H,1,1</sub>

--

SU7 AP<sub>1,eq</sub>

--

*East Add, West subtract*

SU8 LHA 

--

*Select AP<sub>1,eq</sub> closest to DR<sub>1,eq</sub> for integer LHA. East add, West subtract*

SU9 AP<sub>1,1</sub>

deg	min
-----	-----

*Tip: find LAT in HO249 for given LHA and Dec where Hc matches H<sub>c</sub> lightly*

SU10 Dec (N/S) 

deg	min
-----	-----

**Sign:** *If trend Dec in table increase then sign for Carr<sub>d</sub> is +, if Dec decrease -*

SU11 Carr<sub>d</sub>

--

*Almanac Daily page for Planet, at bottom of page*

SU12 Carr<sub>d</sub>

--

*Carr<sub>d</sub> from Nautical Almanac Increments and Corrections*

SU13 Dec Total 

--

SU14 *same if Dec: N or S at Northern hemisphere*  
*contrary if Dec: S or N at Northern hemisphere*

---

**Hc Calculated Height**

H1 H<sub>c</sub>

deg	min
-----	-----

*H<sub>c</sub> from HO-249 Sight Reduction Table*

H2 d<sub>eq</sub>

--

*average or average for Table 5HO-249 (symmetrical). Sign + if d<sub>e</sub> is positive*

H3 H<sub>c</sub> Total 

--

H4 d<sub>e</sub>

deg	min
-----	-----

*d<sub>e</sub> from HO-249 Sight Reduction Table*

H5 

deg
-----

H6 Z<sub>n</sub>

--

*if LHA: 180° Z<sub>n</sub>-Z. If LHA: 180° Z<sub>n</sub>-360°-Z (at Northern hemisphere)*  
*Z from HO-249 Sight Reduction Table*

Required for PKC

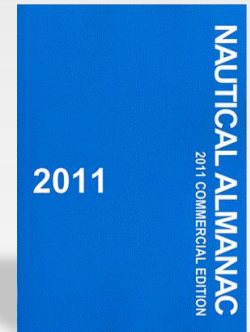
# Inhoud per tabellenboek

## 1. Nautical Almanac

- Daily pages met GHA en Dec per dag, per uur (en SHA per drie dagen)
- Increments and corrections
  - GHA increments per minuut , per seconde

En verder (o.a.)

- Altitude corrections en DIP (ooghoogte) correctie sextant
- Twilight, Sun and Moon rise, Sun and Moon set
- Equinox of time (voor Noon Shot)

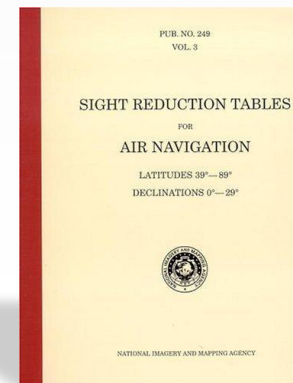
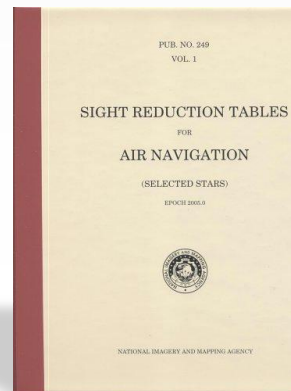


## 2. Sight Reduction Tables Vol. 2 en Vol.3 (Air Navigation HO-249)

- Berekende hoogte  $h_c$  en azimuth (richting)  $Z_n$  bij gegeven LHA en Dec per hele graad latitude t.b.v. 'Intercept'

## 3. Sight Reduction Tables Vol.1

- Selected Stars
  - en waar ze aan het firmament te vinden



# Nautical Almanac

Rechter pagina van  
Nautical Almanac Daily Pages:

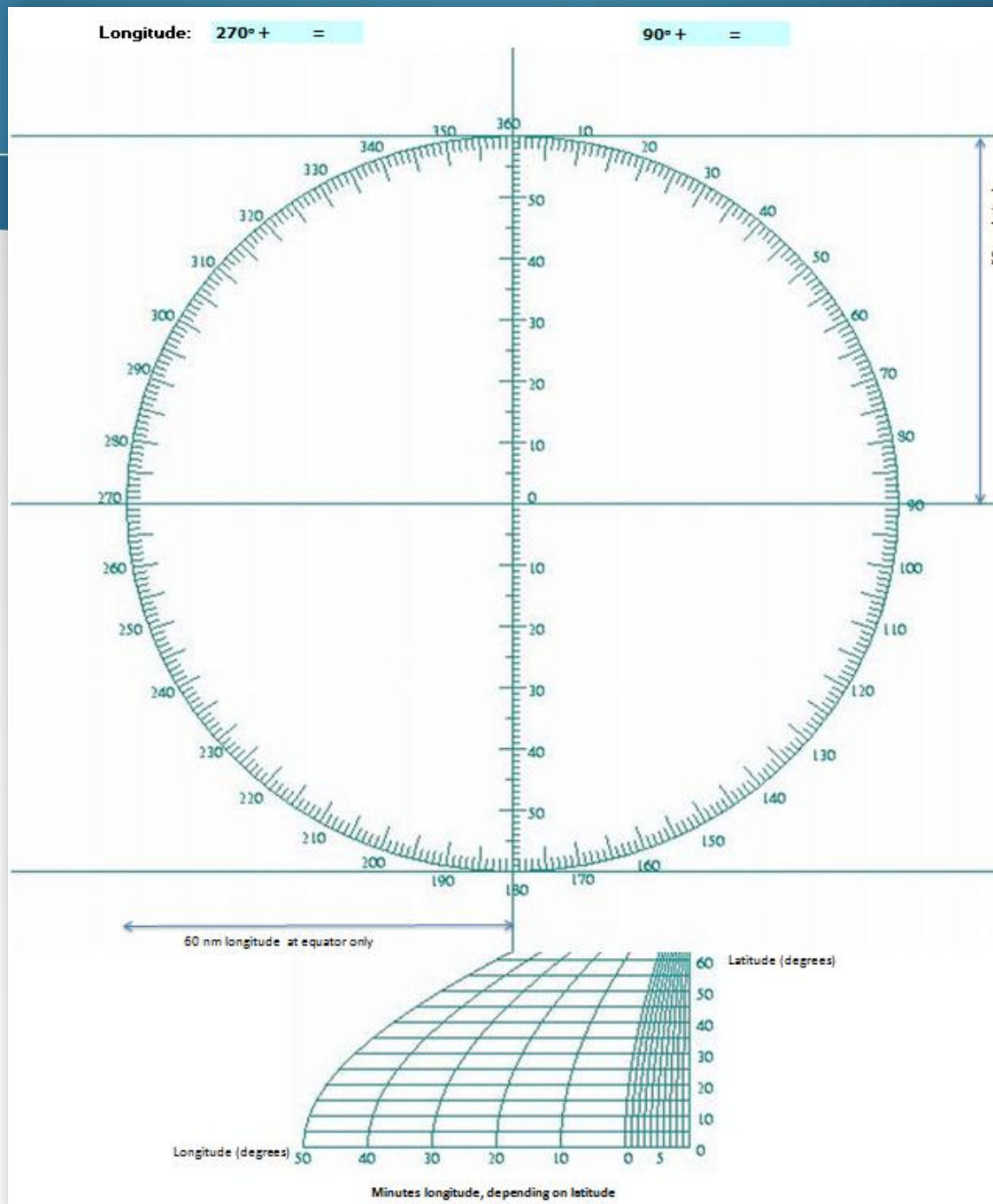
2005 FEBRUARY 15, 16, 17 (TUES., WED., THURS.)

41

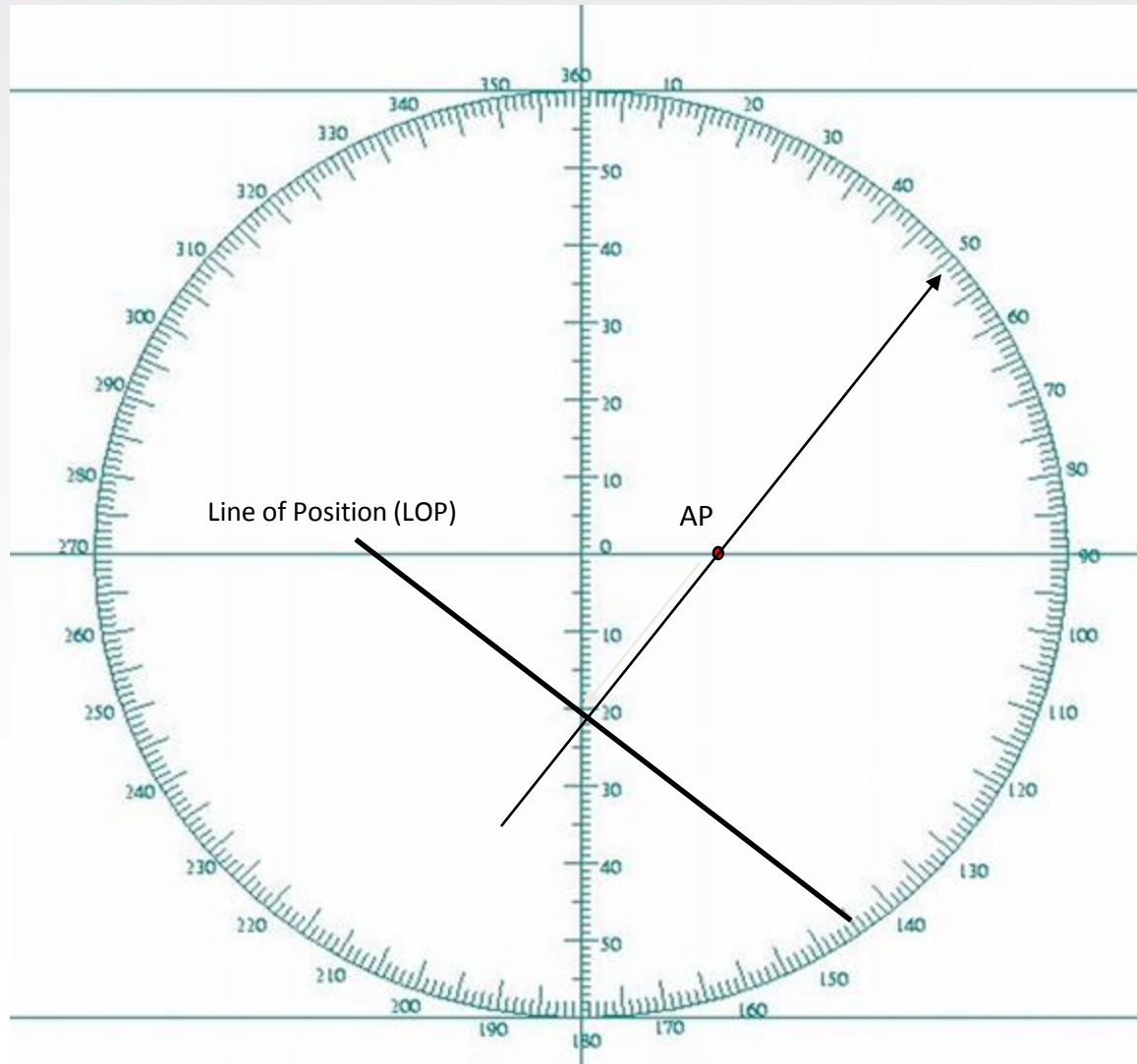
UT	SUN		MOON				Lat.	Twilight		Sunrise	Moonrise						
	GHA	Dec	GHA	<i>v</i>	Dec	<i>d</i>		HP	Naut.		Civil	15	16	17	18		
	h m	° ' "	h m	° ' "	h m	° ' "	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m			
TUESDAY	15 00	176 27.6	S12 43.0	103 16.7	12.6	N17 58.6	11.8	56.1	N 70	06 10	07 29	08 47	06 30	07 21	08 13	08 28	08 30
	01	191 27.7	42.1	117 48.3	12.6	18 10.4	11.7	56.1	68	06 07	07 13	08 13	07 21				
	02	206 27.7	41.3	132 19.9	12.5	18 22.1	11.7	56.0	66	06 06	07 06	08 01	07 53	07 09			
	03	221 27.7	40.4	146 51.4	12.5	18 33.8	11.5	56.0	64	06 05	07 01	07 51	08 17	08 00			
	04	236 27.8	39.5	161 22.9	12.5	18 45.3	11.4	56.0	62	06 04	06 56	07 43	08 36	08 32	08 27	08 21	
	05	251 27.8	38.7	175 54.4	12.4	18 56.7	11.4	55.9	60	06 03	06 52	07 35	08 52	08 56	09 04	09 26	
	06	266 27.8	S12 37.8	190 25.8	12.4	N19 08.1	11.2	55.9	N 58	06 02	06 48	07 29	09 05	09 15	09 31	10 00	
	07	281 27.9	37.0	204 57.2	12.4	19 19.3	11.2	55.9	56	06 01	06 44	07 23	09 17	09 31	09 52	10 25	
	08	296 27.9	36.1	219 28.6	12.4	19 30.5	11.0	55.8	54	06 00	06 41	07 18	09 27	09 45	10 09	10 45	
	09	311 27.9	35.2	234 00.0	12.3	19 41.5	10.9	55.8	52	05 59	06 38	07 13	09 36	09 57	10 24	11 02	
	10	326 27.9	34.4	248 31.3	12.2	19 52.4	10.9	55.8	50	05 58	06 35	07 09	09 44	10 07	10 37	11 17	
	11	341 28.0	33.5	263 02.5	12.2	20 03.3	10.7	55.8	45	05 55	06 29	06 59	10 02	10 30	11 04	11 46	
	12	356 28.0	S12 32.7	277 33.7	12.2	N20 14.0	10.6	55.7	N 40	05 52	06 24	06 52	10 16	10 48	11 25	12 09	
	13	11 28.0	31.8	292 04.9	12.2	20 24.6	10.5	55.7	35	05 49	06 19	06 45	10 28	11 03	11 43	12 28	
14	26 28.1	30.9	306 36.1	12.1	20 35.1	10.5	55.7	30	05 47	06 15	06 39	10 39	11 16	11 58	12 45		
15	41 28.1	30.1	321 07.2	12.1	20 45.6	10.3	55.6	20	05 40	06 06	06 29	10 58	11 39	12 24	13 13		
16	56 28.1	29.2	335 38.3	12.0	20 55.9	10.2	55.6	N 10	05 33	05 58	06 19	11 14	11 59	12 47	13 36		
17	71 28.2	28.3	350 09.3	12.0	21 06.1	10.1	55.6	0	05 25	05 50	06 11	11 29	12 18	13 08	13 59		
18	86 28.2	S12 27.5	4 40.3	12.0	N21 16.2	9.9	55.5	S 10	05 15	05 40	06 02	11 45	12 36	13 29	14 21		
19	101 28.3	26.6	19 11.3	11.9	21 26.1	9.9	55.5	20	05 03	05 30	05 52	12 01	12 56	13 51	14 45		
20	116 28.3	25.7	33 42.2	11.9	21 36.0	9.8	55.5	30	04 47	05 16	05 41	12 20	13 20	14 18	15 13		
21	131 28.3	24.9	48 13.1	11.8	21 45.8	9.7	55.5	35	04 37	05 08	05 35	12 31	13 34	14 33	15 30		
22	146 28.4	24.0	62 43.9	11.8	21 55.5	9.5	55.4	40	04 24	04 59	05 27	12 44	13 50	14 52	15 49		
23	161 28.4	23.2	77 14.7	11.8	22 05.0	9.4	55.4	45	04 09	04 47	05 19	13 00	14 09	15 14	16 12		
WEDNESDAY	16 00	176 28.4	S12 22.3	91 45.5	11.7	N22 14.4	9.4	55.4	S 50	03 49	04 33	05 08	13 19	14 33	15 42	16 43	
	01	191 28.5	21.4	106 16.2	11.7	22 23.8	9.2	55.3	52	03 39	04 26	05 03	13 28	14 44	15 56	16 58	
	02	206 28.5	20.6	120 46.9	11.7	22 33.0	9.1	55.3	54	03 28	04 19	04 58	13 38	14 58	16 12	17 15	
	03	221 28.5	19.7	135 17.6	11.6	22 42.1	9.0	55.3	56	03 15	04 10	04 52	13 49	15 13	16 31	17 36	
	04	236 28.6	18.8	149 48.2	11.6	22 51.1	8.8	55.3	58	02 59	04 00	04 45	14 03	15 31	16 54	18 03	
	05	251 28.6	17.9	164 18.8	11.5	22 59.9	8.8	55.2	S 60	02 40	03 49	04 38	14 18	15 54	17 26	18 41	
	06	266 28.7	S12 17.1	178 49.3	11.5	N23 08.7	8.6	55.2									
	07	281 28.7	16.2	193 19.8	11.4	23 17.3	8.6	55.2	Lat.	Sunset	Twilight		Moonset				
	08	296 28.7	15.3	207 50.2	11.4	23 25.9	8.4	55.2			Civil	Naut.	15	16	17	18	
	09	311 28.8	14.5	222 20.6	11.4	23 34.3	8.3	55.1									
	10	326 28.8	13.6	236 51.0	11.4	23 42.6	8.1	55.1	N 72	15 43	17 01	18 20	h m	h m	h m	h m	
	11	341 28.9	12.7	251 21.4	11.2	23 50.7	8.1	55.1	N 70	16 01	17 10	18 21	03 44				
	12	356 28.9	S12 11.9	265 51.6	11.3	N23 58.8	7.9	55.1	68	16 16	17 17	18 22	02 55				
	13	11 28.9	11.0	280 21.9	11.2	24 06.7	7.9	55.0	66	16 28	17 23	18 23	02 24	04 47			
14	26 29.0	10.1	294 52.1	11.2	24 14.6	7.7	55.0										
THURSDAY	15 00	341 29.9	9.8	239 18.2	10.5	26 30.3	5.0	54.6	45	19 08	19 40	20 18	22 14	22 44	23 23	24 09	
	12	356 30.0	S11 50.9	253 47.7	10.4	N26 35.3	5.0	54.6	S 50	19 19	19 54	20 37	21 54	22 20	22 54	23 39	
	13	11 30.0	50.0	268 17.1	10.4	26 40.3	4.8	54.6	52	19 23	20 00	20 47	21 44	22 08	22 40	23 24	
	14	26 30.1	49.1	282 46.5	10.3	26 45.1	4.7	54.5	54	19 29	20 08	20 58	21 33	21 54	22 24	23 06	
	15	41 30.1	48.2	297 15.8	10.4	26 49.8	4.5	54.5	56	19 35	20 16	21 11	21 21	21 38	22 04	22 45	
	16	56 30.2	47.4	311 45.2	10.3	26 54.3	4.4	54.5	58	19 41	20 26	21 26	21 07	21 19	21 41	22 19	
	17	71 30.2	46.5	326 14.5	10.3	26 58.7	4.3	54.5	S 60	19 49	20 37	21 45	20 51	20 56	21 09	21 41	
	18	86 30.3	S11 45.6	340 43.8	10.2	N27 03.0	4.2	54.5									
	19	101 30.3	44.7	355 13.0	10.3	27 07.2	4.0	54.5									
	20	116 30.4	43.8	9 42.3	10.2	27 11.2	3.9	54.4	Day	Eqn. of Time		Mer.	Mer. Pass.		Age Phase		
	21	131 30.4	43.0	24 11.5	10.2	27 15.1	3.7	54.4		00 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup>	Pass.	Upper	Lower	h m	d %	
	22	146 30.5	42.1	38 40.7	10.1	27 18.8	3.6	54.4	d	m s	m s	h m	h m	h m	d %		
	23	161 30.5	41.2	53 09.8	10.2	N27 22.4	3.5	54.4	15	14 10	14 08	12 14	17 41	05 17	07 45		
									16	14 06	14 04	12 14	18 29	06 05	08 55		
								17	14 02	14 00	12 14	19 20	06 54	09 64			



# Plot blad



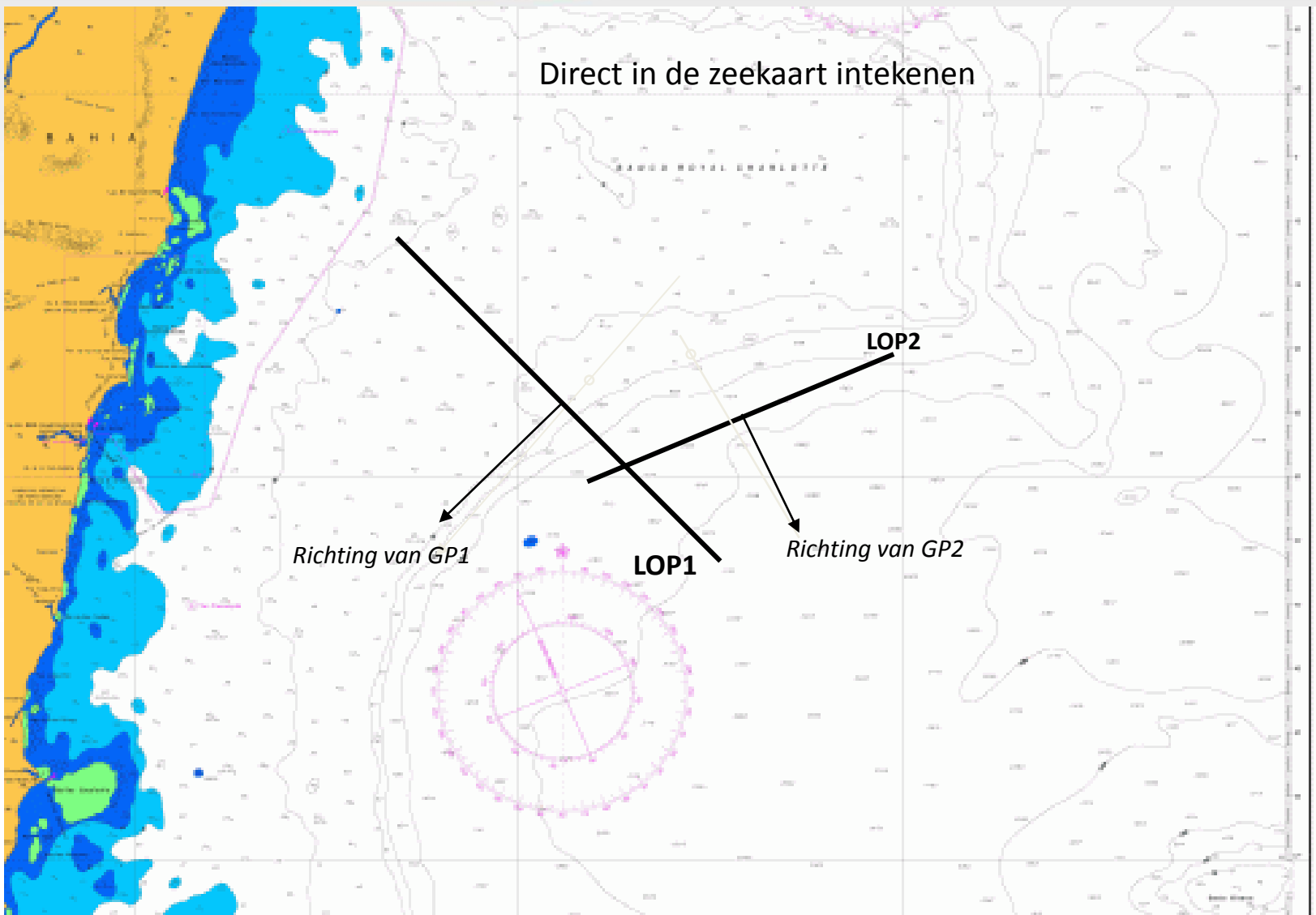
# Intekenen in geconstrueerde kaart



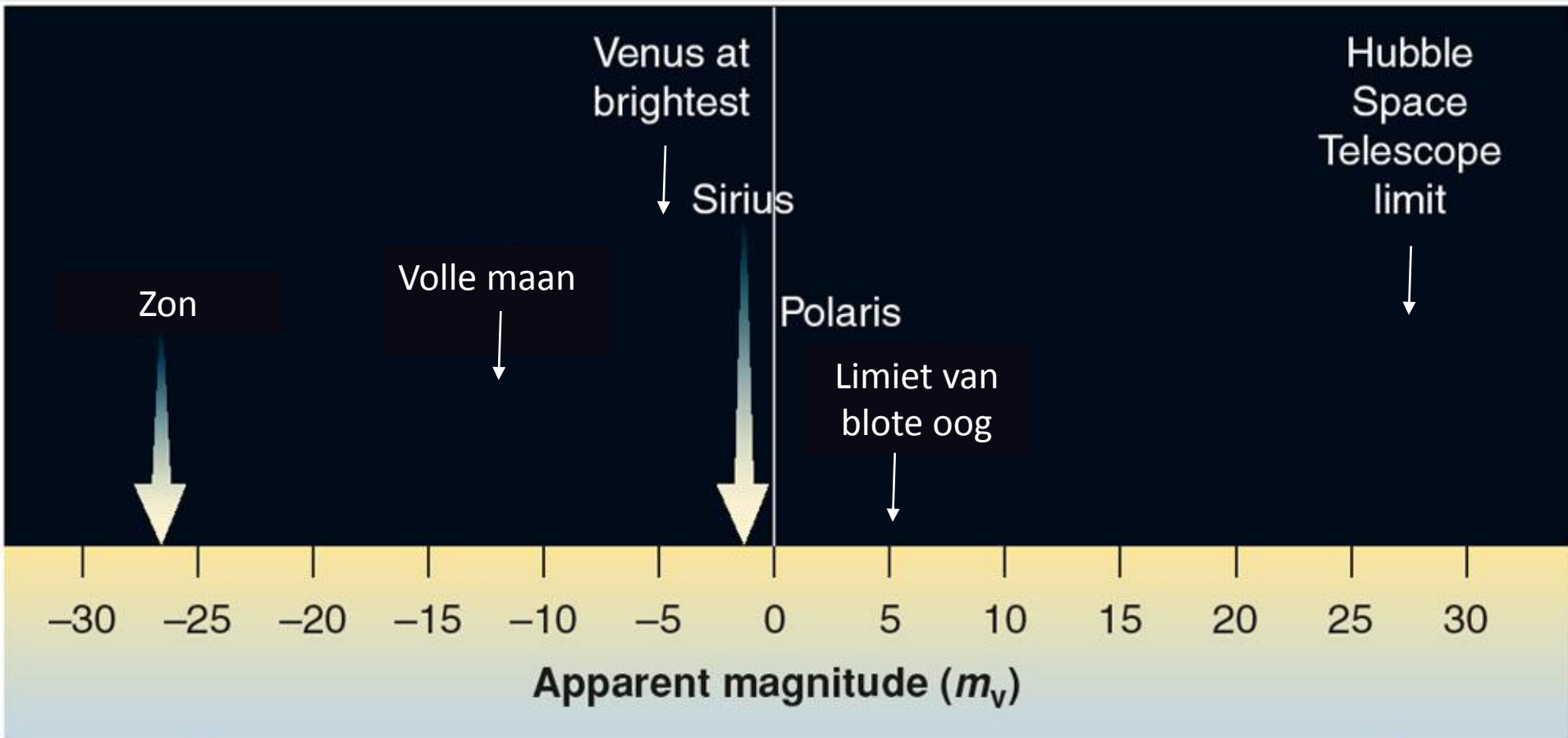


# Resultaat

snijpunt van twee Lines of Position



# Magnitudes



helderder



zwakker

# Voorbeeld Magnitude uit Nautical Almanac

Magnitude van Venus

Selected stars  
(geselecteerd o.b.v. goede helderheid en herkenbaarheid)

40 2005 FEBRUARY 15, 16, 17 (TUES., WED., THURS.)															
UT	ARIES			VENUS -3.8			MARS +1.3		JUPITER -2.3		SATURN -0.2		STARS		
	GHA	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	Name	SHA	Dec	
TUESDAY	15 00	145 05.9	186 51.7	517 10.8	228 44.0	S23 42.6	307 22.5	S 5 55.0	31 51.7	N21 47.4	Acamar	315 23.2	S40 17.3		
	01	160 08.3	201 51.0	09.9	243 44.6	42.5	322 25.0	54.9	46 54.3	47.4	Achernar	335 31.6	S57 12.9		
	02	175 10.8	216 50.3	09.0	258 45.1	42.5	337 27.6	54.9	61 56.9	47.5	Acrux	173 16.5	S63 07.5		
	03	190 13.3	231 49.6	08.2	273 45.6	42.4	352 30.1	54.8	76 59.5	47.5	Adhara	255 17.4	S28 58.8		
	04	205 15.7	246 48.9	07.3	288 46.1	42.4	7 32.7	54.8	92 02.2	47.5	Aldebaran	290 56.8	N16 31.2		
	05	220 18.2	261 48.3	06.5	303 46.7	42.4	22 35.2	54.7	107 04.8	47.5					
	06	235 20.7	276 47.6	517 05.6	318 47.2	S23 42.3	37 37.8	S 5 54.7	122 07.4	N21 47.6	Alioth	166 25.7	N55 55.7		
	07	250 23.1	291 46.9	04.7	333 47.7	42.3	52 40.3	54.6	137 10.0	47.6	Alkaid	153 03.6	N49 17.0		
	08	265 25.6	306 46.2	03.9	348 48.2	42.2	67 42.9	54.6	152 12.6	47.6	Al Na'ir	27 52.1	S46 56.4		
	09	280 28.1	321 45.5	03.0	3 48.8	42.2	82 45.5	54.6	167 15.3	47.6	Alnilam	275 52.8	S 1 11.9		
	10	295 30.5	336 44.8	02.1	18 49.3	42.1	97 48.0	54.5	182 17.9	47.7	Alphard	218 02.2	S 8 40.9		
	11	310 33.0	351 44.2	01.2	33 49.8	42.1	112 50.6	54.5	197 20.5	47.7					
	12	325 35.5	6 43.5	S17 00.4	48 50.4	S23 42.0	127 53.1	S 5 54.4	212 23.1	N21 47.7	Alphecca	126 16.4	N26 41.5		
	13	340 37.9	21 42.8	16 59.5	63 50.9	42.0	142 55.7	54.4	227 25.7	47.8	Alpheratz	357 50.7	N29 07.1		
	14	355 40.4	36 42.1	58.6	78 51.4	41.9	157 58.3	54.3	242 28.4	47.8	Altair	62 14.9	N 8 52.6		
	15	10 42.8	51 41.5	57.8	93 51.9	41.9	173 00.8	54.3	257 31.0	47.8	Ankaa	353 22.2	S42 17.0		
	16	25 45.3	66 40.8	56.9	108 52.5	41.8	188 03.4	54.2	272 33.6	47.8	Antares	112 34.4	S26 26.7		
	17	40 47.8	81 40.1	56.0	123 53.0	41.8	203 05.9	54.2	287 36.2	47.9					
	18	55 50.2	96 39.4	S16 55.1	138 53.5	S23 41.7	218 08.5	S 5 54.1	302 38.8	N21 47.9	Arcturus	146 01.5	N19 09.1		
	19	70 52.7	111 38.8	54.3	153 54.0	41.7	233 11.1	54.1	317 41.5	47.9	Atria	107 42.4	S69 02.1		
	20	85 55.2	126 38.1	53.4	168 54.6	41.6	248 13.6	54.0	332 44.1	47.9	Avior	234 20.3	S59 31.6		
	21	100 57.6	141 37.4	52.5	183 55.1	41.6	263 16.2	54.0	347 46.7	48.0	Beltatrix	278 38.9	N 6 21.3		
	22	116 00.1	156 36.7	51.6	198 55.6	41.5	278 18.7	53.9	2 49.3	48.0	Beteigeuse	271 08.2	N 7 24.5		
23	131 02.6	171 36.1	50.7	213 56.1	41.5	293 21.3	53.9	17 51.9	48.0						
WEDNESDAY	16 00	146 05.0	186 35.4	S16 49.9	228 56.7	S23 41.4	308 23.9	S 5 53.8	32 54.6	N21 48.1	Canopus	263 58.7	S52 42.0		
	01	161 07.5	201 34.7	49.0	243 57.2	41.4	323 26.4	53.8	47 57.2	48.1	Capella	280 43.9	N46 00.4		
	02	176 10.0	216 34.1	48.1	258 57.7	41.3	338 29.0	53.7	62 59.8	48.1	Deneb	49 36.5	N45 17.7		
	03	191 12.4	231 33.4	47.2	273 58.2	41.3	353 31.5	53.7	78 02.4	48.1	Denebola	182 40.0	N14 32.5		
	04	206 14.9	246 32.7	46.3	288 58.8	41.2	8 34.1	53.6	93 05.0	48.2	Diphda	349 02.6	S17 57.7		
	05	221 17.3	261 32.0	45.4	303 59.3	41.2	23 36.7	53.6	108 07.6	48.2					
	06	236 19.8	276 31.4	S16 44.6	318 59.8	S23 41.1	38 39.2	S 5 53.5	123 10.3	N21 48.2	Dubhe	193 58.6	N61 43.3		
	07	251 22.3	291 30.7	43.7	334 00.4	41.0	53 41.8	53.4	138 12.9	48.2	El Nath	278 20.7	N28 36.9		
	08	266 24.7	306 30.0	42.8	349 00.9	41.0	68 44.4	53.4	153 15.5	48.3	Eltanin	90 49.5	N51 28.9		
	09	281 27.2	321 29.4	41.9	4 01.4	40.9	83 46.9	53.3	168 18.1	48.3	Enif	33 53.9	N 9 53.7		
	10	296 29.7	336 28.7	41.0	19 01.9	40.9	98 49.5	53.3	183 20.7	48.3	Fomalhaut	15 31.4	S29 35.9		
	11	311 32.1	351 28.0	40.1	34 02.5	40.8	113 52.1	53.2	198 23.3	48.3					
	12	326 34.6	6 27.4	S16 39.2	49 03.0	S23 40.8	128 54.6	S 5 53.2	213 26.0	N21 48.4	Gacrux	172 08.1	S57 08.4		
	13	341 37.1	21 26.7	38.3	64 03.5	40.7	143 57.2	53.1	228 28.6	48.4	Gienah	175 58.8	S17 34.2		
14	356 39.5	36 26.0	37.5	79 04.0	40.7	158 59.8	53.1	243 31.2	48.4	Hadar	148 57.2	S60 23.7			
15	11 42.0	51 25.4	36.6	94 04.6	40.6	174 02.3	53.0	258 33.8	48.5	Hamal	328 08.3	N23 29.2			
16	26 44.5	66 24.7	35.7	109 05.1	40.5	189 04.9	53.0	273 36.4	48.5	Kaus Aust.	83 52.7	S34 23.0			
17	41 46.9	81 24.0	34.8	124 05.6	40.5	204 07.5	52.9	288 39.0	48.5						

