Examen de Capitán de Yate, Vigo 10 de Febrero de 2013
Autor: Pablo González de Villaumbrosia Garcia. 03.12.2013

El día 10 de Febrero de 2013, en el momento de la puesta del Sol, un buque que se encuentra en situación estimada le=31º 5'S y Le= 111º 50'E decide navegar por ortodrómica con una velocidad=14 nudos, hacia un punto "P" cuya situación es lp=11º 55'N y Lp= 51º 50'E.

Navega es estas condiciones y más tarde, durante el crepúsculo vespertino, al ser HcG=12-22-47 observa simultáneamente los siguientes astros:

Ai de la * Diphda=28º 36,1'
Ai de un *? = 19º 43' y Zv del *? =153º

El día 11 por la mañana, se encuentra en situación de estima le=29º 37,1'S y Le=108º 32,2'E y al ser HcG=00-42-15 observa Ai del sol limbo inferior=28º 42,1' y toma azimut de aguja del Sol=98,5º.

Navega al Ra=302º con una velocidad de 14 nudos, en zona de corriente de Rc=278º y Ic=1,5 nudos y con viento del SW que le produce un abatimiento de 7º.

Continúa navegando en estas condiciones y al pasar el sol por el meridiano superior observa de nuevo Ai meridiana del sol limbo inferior=74º 44,3'.

Al día siguiente, navegando con visibilidad reducida, sin viento y fuera de la zona de corriente, al Rv=300º con velocidad de máquina(Vb)=14 nudos, en la pantalla del radar de un blanco "B" efectúa las siguientes observaciones:

Al ser HRB=12-00 Marcación de "B"=70º por Estribor, distancia=12 millas
Al ser HRB=12-06 Marcación de "B"=70º por Estribor, distancia=11 millas
Al ser HRB=12-12 Marcación de "B"=70º por Estribor, distancia=10 millas

Al estar "B" a 7 millas y para evitar el abordaje, maniobra cayendo a estribor para pasar a 4 millas de "B".

Al tener la seguridad de no pasar a menos de 2 millas de "b" vuelve al rumbo anterior.

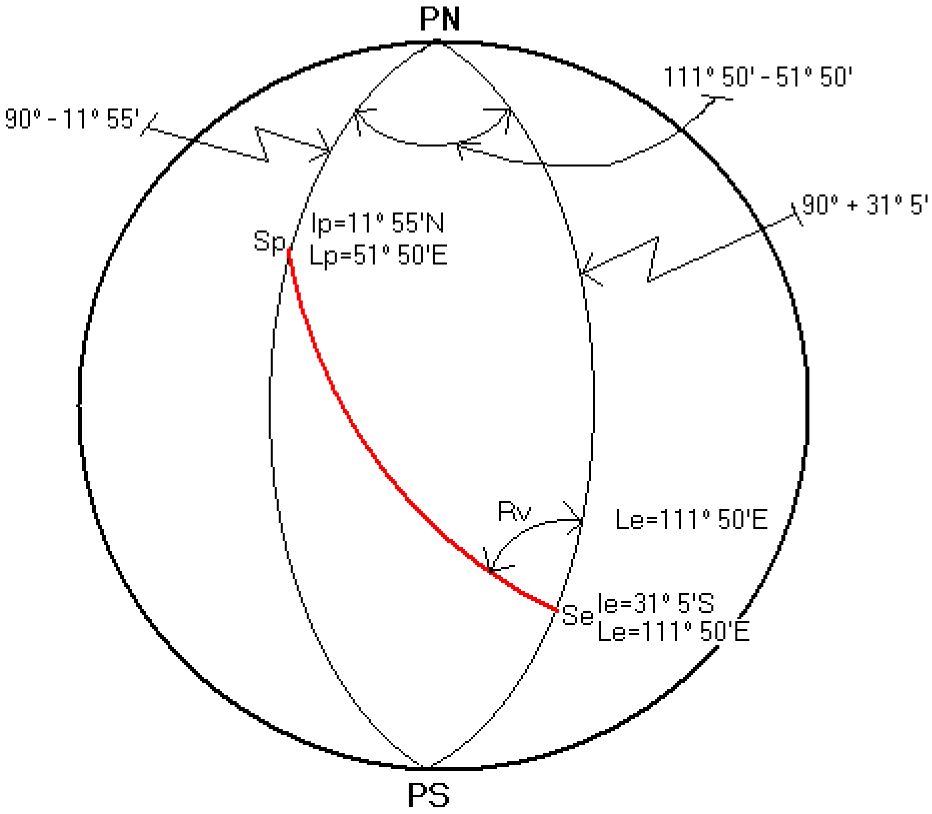
La elevación del observador=5,9 metros, El error de índice= –1'

Se pide:
1º) Situación observada por los dos astros
2º) Situación observada en el momento de pasar el sol por el meridiano
3º) Rumbo de maniobra y Hrb de vuelta al rumbo anterior.

Resolución:

1º) Situación observada por los dos astros

Cálculo del rumbo de salida



En la figura anterior, del triángulo esférico formado por los puntos PN, Sp y Se, aplicando la fórmula de la cotangente se deduce:

cotg (78º 5’) x sen(121º 5’) = cos(121º 5’) x cos(60º) + sen(60º) x cotg Rv

Rv=N63,12ºW

Cálculo de la hora de la puesta del Sol el 10 de Febrero de 2013
En tablas del AN (Almanaque Náutico) del 10 de Febrero de 2013, no pone la hora de la puesta del Sol, por lo que habremos de promediar dichas hora para los días anterior y posterior.

- Día 9 de Febrero de 2013 → Puesta del Sol (para latitud 31º 5’S): 18h 52m
- Día 11 de Febrero de 2013 → Puesta del Sol (para latitud 31º 5’S): 18h 51m

Promediando ambos valores sale HcL=Hora Civil del Lugar de la puesta del Sol=18h 51,5m

El valor de HcG (Tiempo Universal en Greenwich) de la puesta del Sol será:

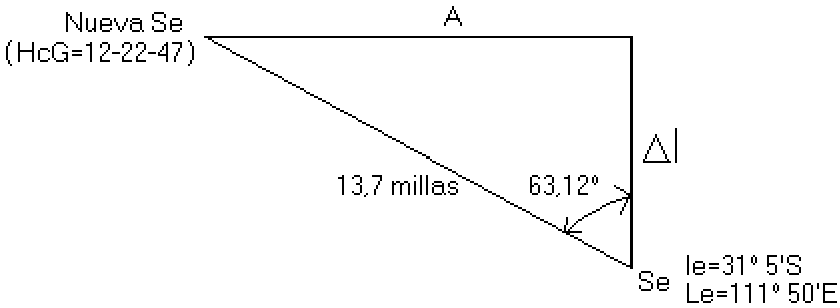
$$HcG=18h\ 51{,}5m - \frac{111º\ 50'}{15º} = 11h\ 24m\ 10s$$

Cálculo del nuevo punto de estima a HcG=12h 22m 47s
En tiempo navegado desde la puesta del Sol hasta HcG=12h 22m 47s será:

Δt= 12h 22m 47s – 11h 24m 10s=0,977 horas.

La distancia navegada en ese intervalo será: D=Vb xΔt =14 x 0,977=13,7 millas

Como la distancia navegada es pequeña, podemos aproximar por la loxodrómica.



$\Delta l = 13{,}7 \times \cos 63{,}12º = 6{,}19'N$

A=apartamiento=$13{,}7 \times \text{sen } 63{,}12º = 12{,}2'$

lm=latitud media=$31º\ 5'S - \dfrac{\Delta l}{2} = 31º\ 1{,}9'$

$\Delta L = \dfrac{A}{\cos lm} = \dfrac{12{,}2'}{\cos 31º\ 1{,}9'} = 14{,}24'W$

le=latitud estimada a HcG=12h 22m 47s = 31º 5'S − 6,19'N=30º 58,8'S

Le=longitud estimada a HcG=12h 22m 47s = 111º 50'E − 14,24'W= 111º 35,8'E

Cálculo altura verdadera astro desconocido

ai = altura instrumental = 19º 43'

Ei = error de índice del sextante = –1'

ao = altura observada = ai + Ei = 19º 43' – 1'= 19º 42'

Cd = Corrección por depresión (para eo = 5,9 mts.) = – 4,3'

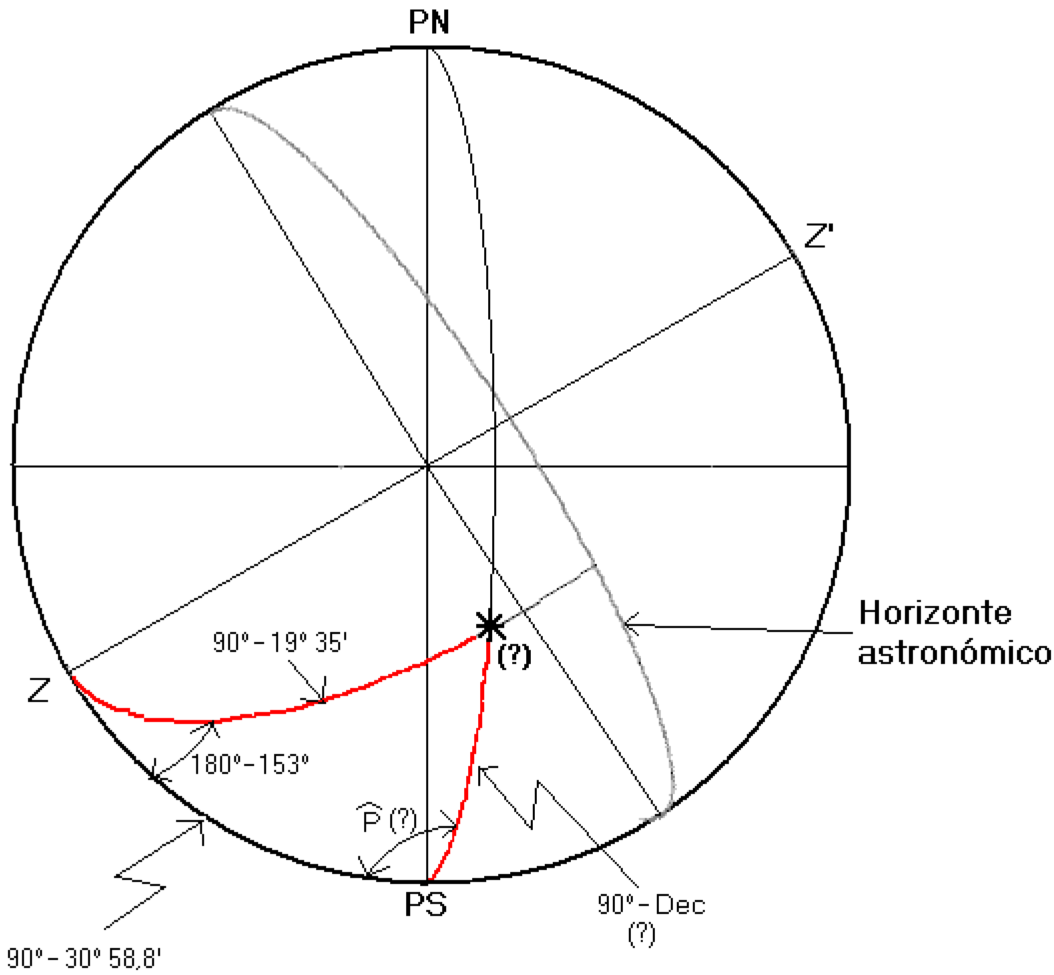
aa =altura aparente = ao + Cd = 19º 42' – 4,3' = 19º 37,7'

Cr = Corrección por refracción (para aa = 19º 37,7') = – 2,7'

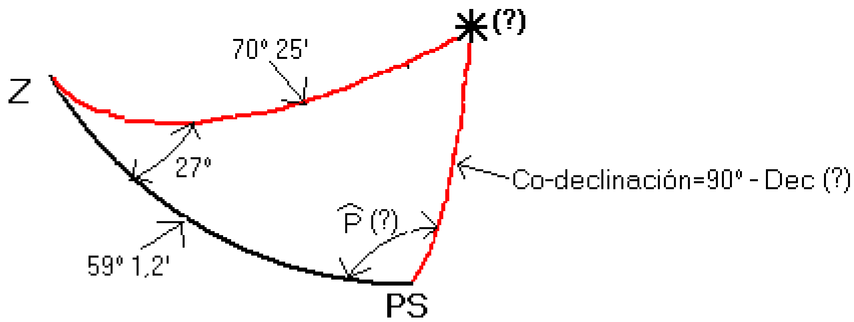
av = aa + Cr = 19º 37,7'– 2,7' = 19º 35'

av = altura verdadera estrella desconocida = 19º 35'

Cálculo AS y Dec del astro desconocido a HcG=12h 22m 47s



El triángulo esférico de posición es el indicado en las figuras superior y inferior, es decir, el formado por el Polo elevado (PS ya que el observador está en latitud Sur), el astro desconocido y el Zenit del observador (Z)



Aplicando la fórmula de la cotangente encontraremos el valor de P, ángulo horario en el Polo.

cotg 70º 25' x sen 59º 1,2'= cos 59º 1,2'x cos 27º + sen 27º x cotg P
P=ángulo horario en el polo=108,7º

Aplicando la fórmula del coseno encontraremos el valor de la co-declinación.
cos Co_declinación=cos 70º 25' x cos 59º 1,2'+ sen 70º 25' x sen 59º 1,2'x cos 27º
Co_declinación =26,844º → Dec=declinación del astro desconocido=90º – 6,844º = 63º 9,4'
Puesto que el astro está en el hemisferios sur, la declinación es negativa:
Dec *(?) = –63º 9,4'

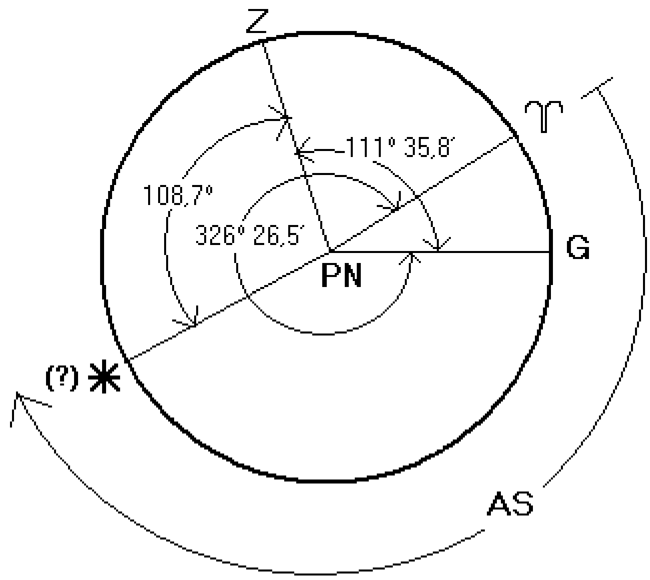
Vamos ahora a calcular el valor del horario de Aries en Greenwich (**hGγ)** el día 10 de Febreo de 2013 a TU (Tiempo Universal o HcG) =12h 22m 47s

En la página nº 50 del AN de 2013:

TU	**hGγ**
12h	320º 43,8’
13h	335º 46,3’

Interpolando para TU=12h 22m 47s sale **hGγ** = 326º 26,5’

Ya tenemos todos los datos para encontrar el valor de AS (Angulo Sidéreo) del astro desconocido.



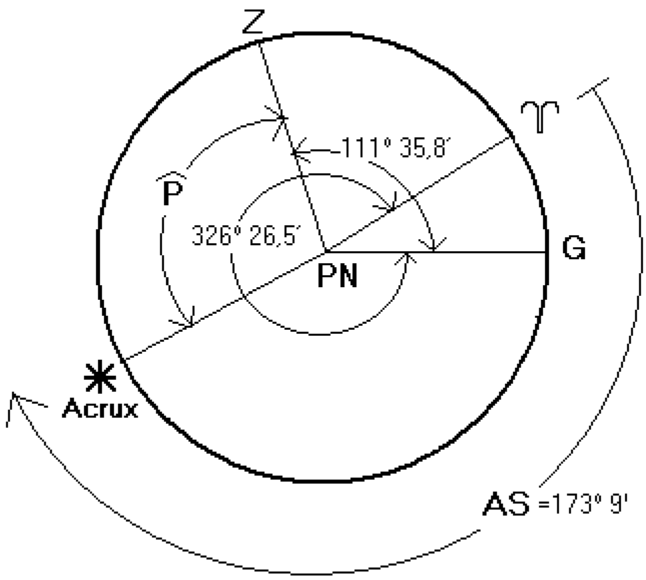
De la figura anterior sale:

AS = (360º – 326º 26,5’) + (360º – (108,7º + 111º 35,8’) = 173º 15,7’

Con los datos de AS=173º 15,7’ y Dec = –63º 9,4’, en páginas nº 378-379 del AN de 2013 aparece la estrella nº 57 Acrux

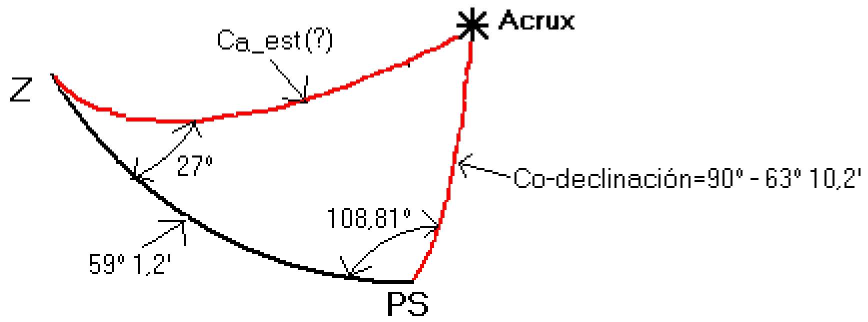
Los datos exactos de Acrux en el mes de Febrero de 2013 son:

AS= 173º 9’
Dec= –63º 10,2’



Ahora obtenemos el nuevo ángulo P en el Polo de Acrux.
P= 360º - 173º 9’ – 111º 35,8’ + 360º – 326º 26,5’= 108,81º

El triángulo de posición actualizado con los valores nuevos de P y de la co-declinación de Acrux quedaría así:

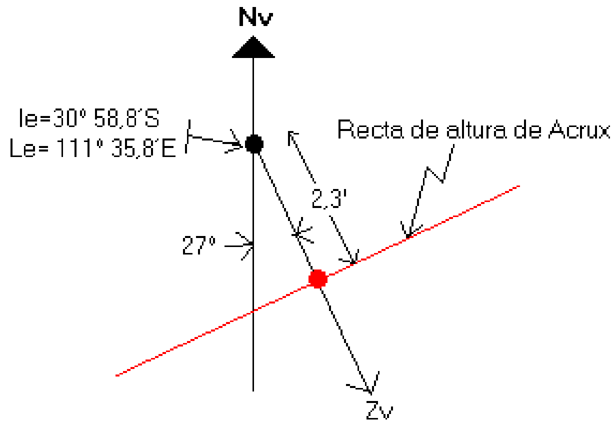


Aplicando la fórmula del coseno sale:

Ca_est=co-altura estimada = 90º – aest= 70,454º → aest= 19º 32,7’

Por lo tanto: Δa= av – aest = 19º 35' – 19º 32,7’ = +2,3’

Determinante de Acrux:
Δa= +2,3’
Zv=153º=S27ºE



Cálculo altura verdadera estrella Diphda

a_i = altura instrumental = 28º 36,1'

E_i = error de índice del sextante = –1’

a_o = altura observada = a_i + E_i = 28º 36,1'– 1’= 28º 35,1'

C_d = Corrección por depresión (para eo = 5.9 mts.) = – 4,3’

a_a =altura aparente = a_o + C_d = 28º 35,1'– 4,3’ = 28º 30,8'

C_r = Corrección por refracción (para a_a = 28º 30,8') = – 1,8’

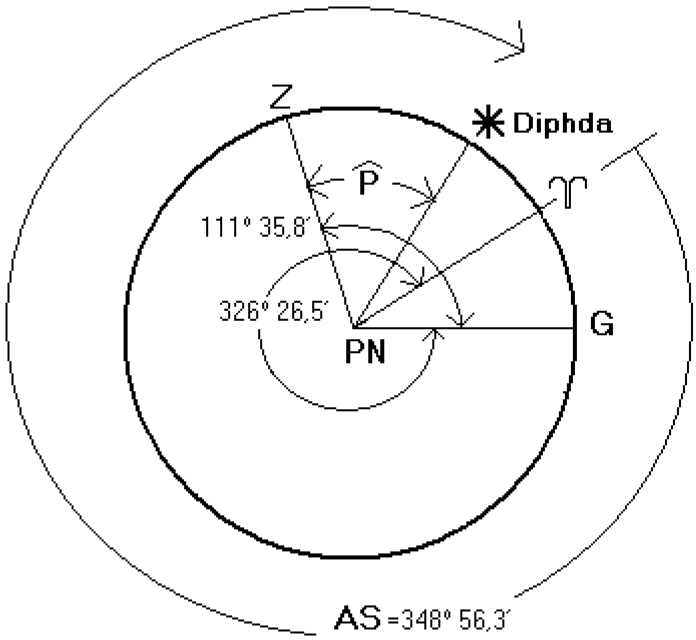
a_v = a_a + C_r = 28º 30,8'– 1,8’ = 28º 29’

a_v = altura verdadera estrella Diphda = 28º 29’

Datos AS y Dec de estrella Diphda

En el AN para la estrella nº 6 Diphda en el mes de Febrero de 2013 aparece:

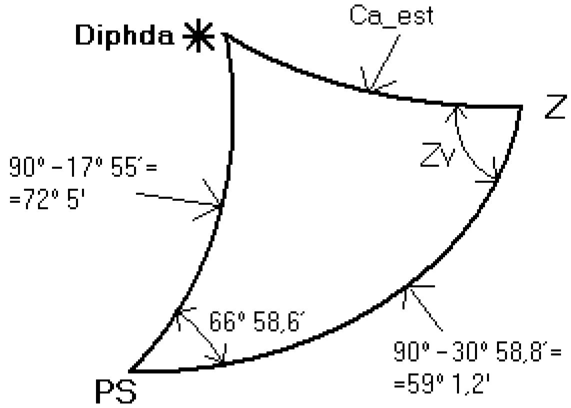
AS=348º 56,3’
Dec= –17º 55’



De la figura anterior se deduce el ángulo P en el polo.

P=111º 35,8’ – (360º – 326º 26,5’) – (360º – 348º 56,3’) = 66º 58,6’

El triángulo de posición para la estrella Diphda quedará así:

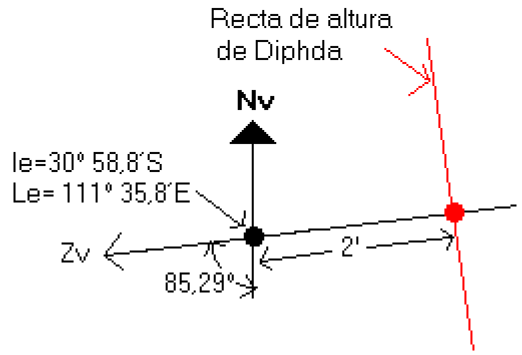


Aplicando las fórmulas de la cotangente y el coseno se deduce:

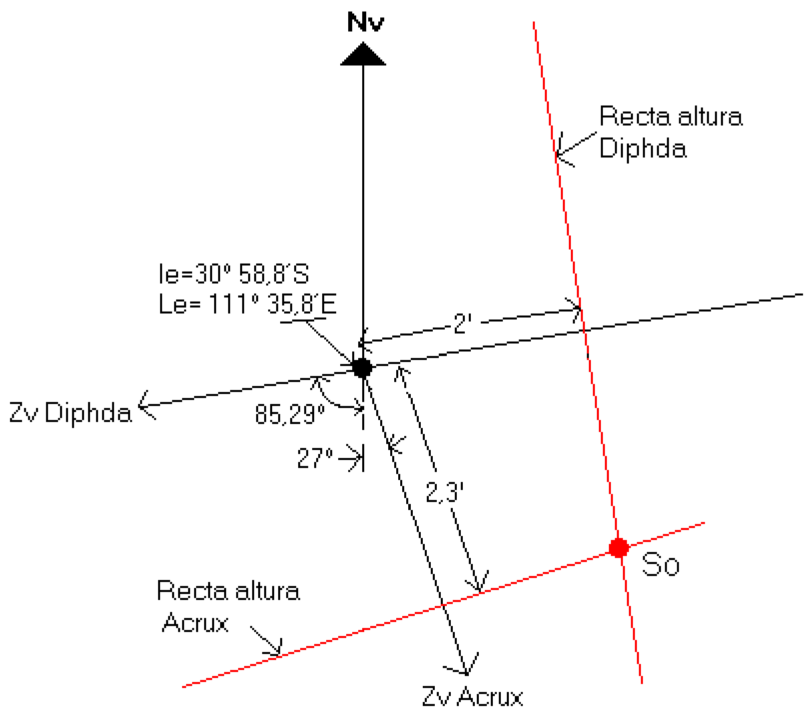
Zv=azimut estrella Diphda=85,29º
Ca_est=co-altura estimada = 90º – aest= 61,484º → aest= 28º 31’

Por lo tanto: Δa= av – aest = 28º 29’– 28º 31’= –2’

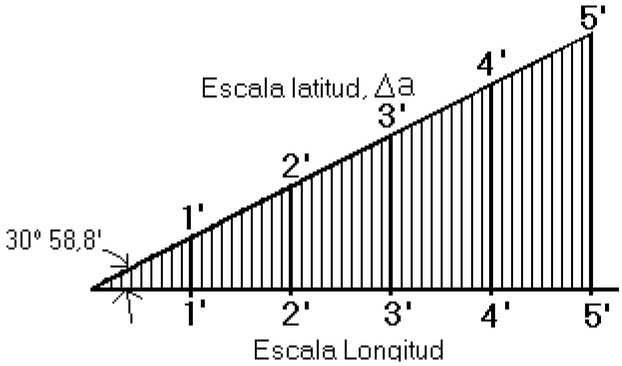
Determinante de Diphda:
Δa= –2’
Zv=S85,29ºW



Posición final observada a HcG=12-22-47
El cruce de las dos rectas de altura de Acrux y Diphda determina la posición observada So (ver figura inferior).



Dibujamos en papel milimetrado a escala la figura superior, y por medio de la escala dibujada en la figura inferior encontramos el valor de So.



Se encuentra que el punto So está situado respecto al punto con le=30º 58,8'S, L=111º 35,8'E un valor de:
Δl = 1,6'S
ΔL = 2,4'E

Por lo tanto, la posición observada (So en la figura) a HcG= 12-22-47 es:

l=30º 58,8'S + 1,6'S=31º 0,4'S
L=111º 35,8'E + 2,4'E=111º 38,2'E

2º) Situación observada en el momento de pasar el sol por el meridiano

Cálculo altura verdadera de la observación del Sol por la mañana

ai☼ limbo inferior =28º 42,1'

ao=altura observada= ai + Ei=28º 42,1' – 1'= 28º 41,1'

aa=altura aparente= ao + Cd

Cd=Corrección por depresión (para eo=5,9 mts.)= – 4,3'

aa= 28º 41,1'− 4,3'= 28º 36,8'

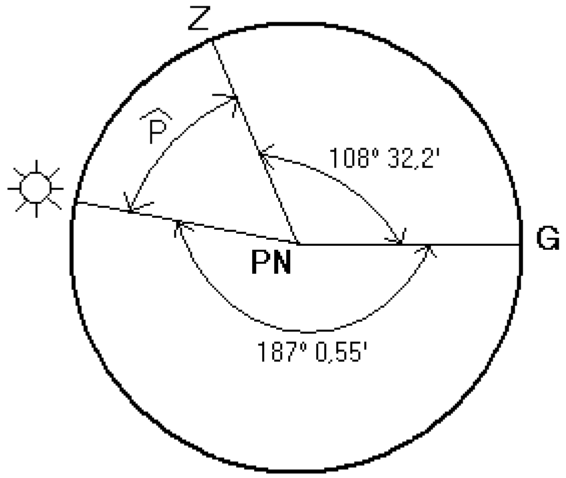
Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +14,4' + 0,2'= +14,6'

av=altura verdadera= aa+Csd+refr+par = 28º 36,8'+ 14,6'= 28º 51,4'

Cálculo determinante del Sol a HcG=00-42-15
En tablas diarias del AN para el día 11 de Febrero de 20013

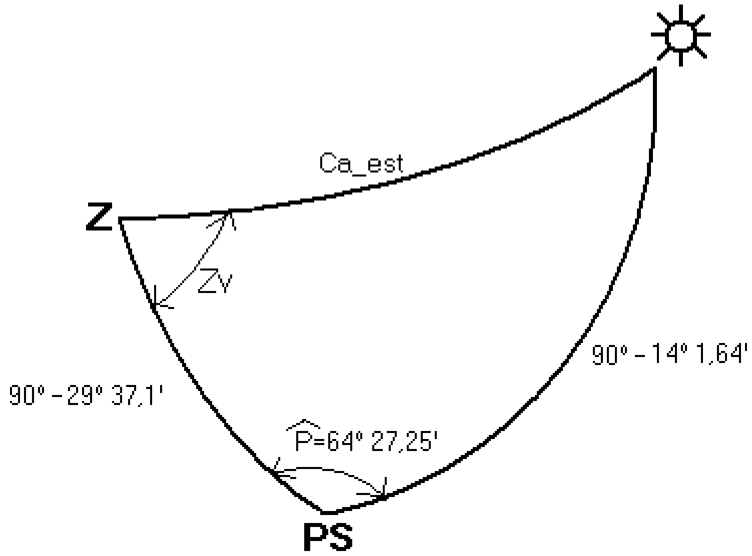
TU	hG☼	Dec
0h	176º 26,8'	−14º 2,2'
1h	191º 26,8'	−14º 1,4'

Interpolando para TU=0h 42m 15s sale:
hG☼= 187º 0,55'
Dec= −14º 1,64'



De la figura anterior P=ángulo en el polo=360º – (187º 0,55’ + 108º 32,2’) = 64º 25,25’

El triángulo de posición para la medición del Sol por la mañana queda así:



Aplicando las fórmulas de la cotangente y el coseno al triángulo de posición de la figura anterior se deduce:

Zv=azimut del Sol= S89,74ºE = 90,26º

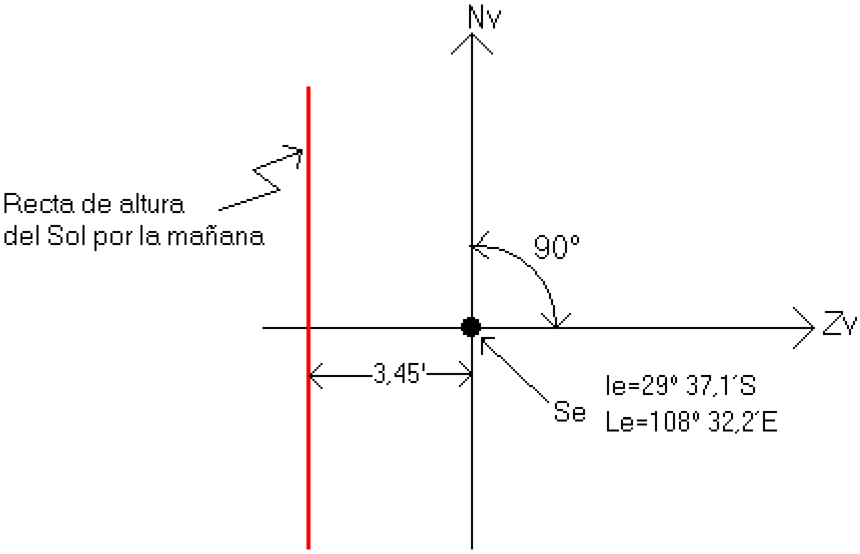
Ca_est=co-altura estimada = 90º – aest= 61,0858º → aest= 28º 54,85’

Ct=corrección total= Zv – Za= 90,26º – 98,5º = –8,24º

Por lo tanto, el determinante del Sol por la mañana es:

Zv= 90,26º≈ 90º

Δa= av – aest = 28º 51,4’– 28º 54,85’= –3,45’



Cálculo de la hora del paso del Sol por la meridiana del lugar y situación estimada en ese momento

Ra=rumbo aguaja=302º. Puesto que Ct=corrección total (hallada anteriormente) = –8,24º, Rv=rumbo verdadero=Ra+Ct=302º – 8,24º=293,76º.

Puesto el barco navega con un viento del SW que le abate 7º, Rs=rumbo superficie=Rv+Abatimiento= = 293,76º + 7º= 300,76º

Primera aproximación, tiempo que tarda el Sol en pasar por el meridiano con el barco parado
En tablas del AN (Almanaque Naútico) para el día 11 de Febrero de 2013, PMG= paso del Sol por el meridiano de Greenwich=12h 14,2m

HcL=12h 14,2m

HcG=HcL + L=12h 14,2m – $\frac{108º\,32,2'}{15º}$ =5h 0,05m

Δt=intervalo navegado= 5h 0,05m – 0h 42,25m=4,2967 horas

Barco
D=distancia navegada=Vb x Δt=14 x 4,2967=60,1538 millas
Rs=300,76º=N59,24ºW

Corriente
D=distancia debido a la corriente=Ic x Δt=1,5 x 4,2967=6,44 millas
Rc=278º=N82ºW

			Δl		**A**	
	D (millas)	**Rumbo**	**N**	**S**	**E**	**W**
Barco	60,15	N59,24ºE	30,76’	—	—	51,69’
Corriente	6,44	N82ºE	0,9’	—	—	6,4’
			31,66’			58,09’

Δl=31,66’N

A=apartamiento=58,09’W

lm=latitud media=29º 37,1’S – $\frac{\Delta l}{2}$ = 29º 21,27’S

$$\Delta L = \frac{A}{\cos lm} = \frac{58{,}09'}{\cos 29º\ 21{,}27'} = 66{,}6'W$$

Lo=longitud observada al mediodía en primera aproximación=108º 32,2’E − 66,6’W= 107º 25,6’E

Segunda aproximación, tiempo que tarda el Sol en pasar por el meridiano con el barco en Lo=107º 25,6’E

$$HcG = HcL + L = 12h\ 14{,}2m - \frac{107º\ 25{,}6'}{15º} = 5h\ 4{,}5m$$

Δt=intervalo navegado= 5h 4,5m – 0h 42,25m=4,3708 horas

Barco
D=distancia navegada=Vb x Δt=14 x 4,3708 =61,1912 millas
Rs=300,76º=N59,24ºW

Corriente
D=distancia debido a la corriente=Ic x Δt=1,5 x 4,3708 =6,56 millas
Rc=278º=N82ºW

			Δl		A	
	D (millas)	**Rumbo**	**N**	**S**	**E**	**W**
Barco	61,1912	N59,24ºE	31,3’	—	—	52,58
Corriente	6,56	N82ºE	0,91’	—	—	6,5
			32,21			59,08

Δl=32,21’N
A=apartamiento=59,08’W

$$lm = \text{latitud media} = 29º\ 37{,}1'S - \frac{\Delta l}{2} = 29º\ 21'S$$

$$\Delta L = \frac{A}{\cos lm} = \frac{59{,}08'}{\cos 29º\ 21'} = 67{,}8'W$$

Le=longitud estimada al mediodía en segunda aproximación=108º 32,2’E − 67,8’W= 107º 24,4’E
le=latitud estimada al mediodía en segunda aproximación=29º 37,1’S −32,21’N= 29º 4,9’S

Cálculo altura verdadera del Sol al mediodía
ai☼ limbo inferior =74º 44,3’
ao=altura observada=ai + Ei=74º 44,3’– 1’= 74º 43,3’
aa=altura aparente= ao + Cd
Cd=Corrección por depresión (para eo=5,9 mts.)= – 4,3'
aa= 74º 43,3’− 4,3’= 74º 39’
Csd+refr+par=corrección por semidiámetro-refracción-paralaje= +15,8’ + 0,2’= +16’
av=altura verdadera= aa + Csd+refr+par = 74º 39’+ 16’= 74º 55’

Cálculo de la declinación del Sol al mediodía
TU paso del Sol por el meridiano del lugar=5h 4,5m

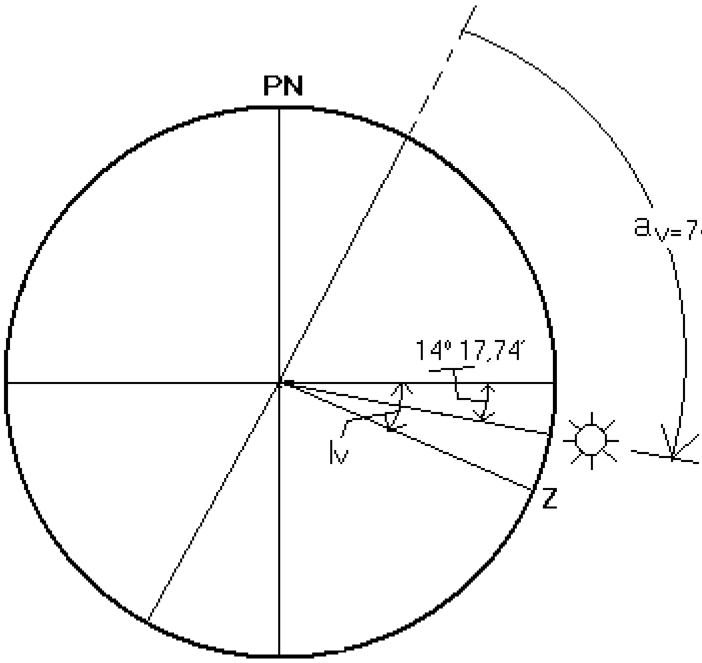
En tablas AN del día 11 de Febrero de 2013

TU **Dec**

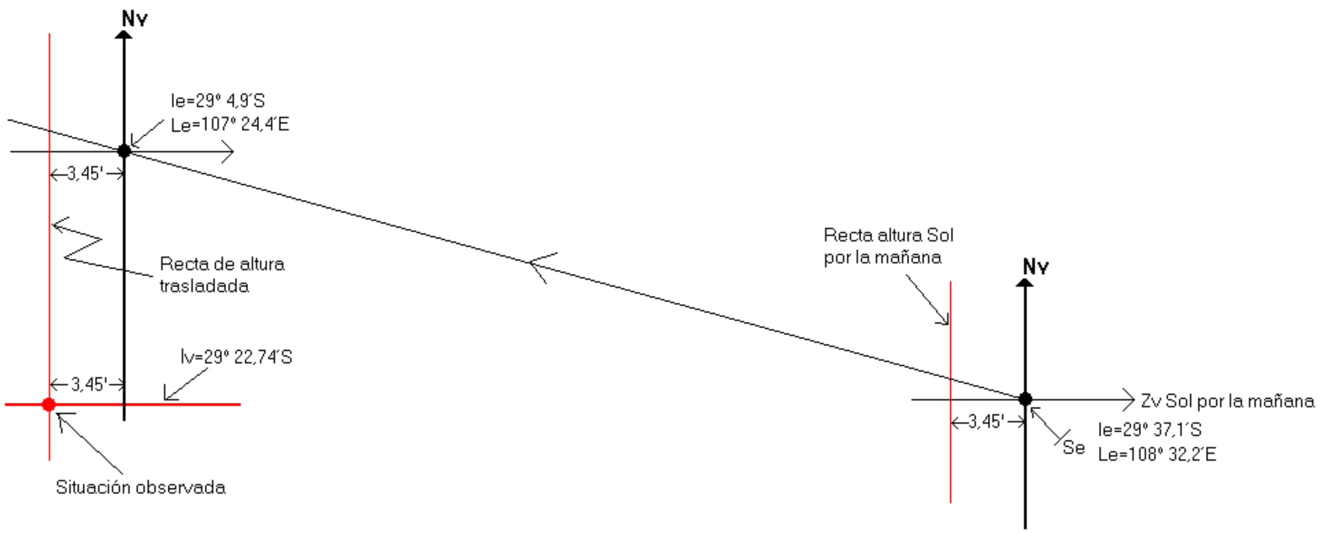
5h	−14º 17,8’
6h	−14º 17,0’

Interpolando para TU=5h 4,5m → Dec= −14º 17,74’

Cálculo de la posición observada al mediodía



De la figura anterior se desprende:
lo=latitud observada al mediodía= 90º − 74º 55’ + 14º 17,74’= 29º 22,74’S



En la figura anterior el cruce de la recta de altura de la mañana trasladada, con la latitud verdadera observada, define la posición observada final.

Lo=longitud observada al mediodía= 107º 24,4’E − $\dfrac{3{,}45'}{\cos 29^{o}22{,}74'}$ W= 107º 20,44’E

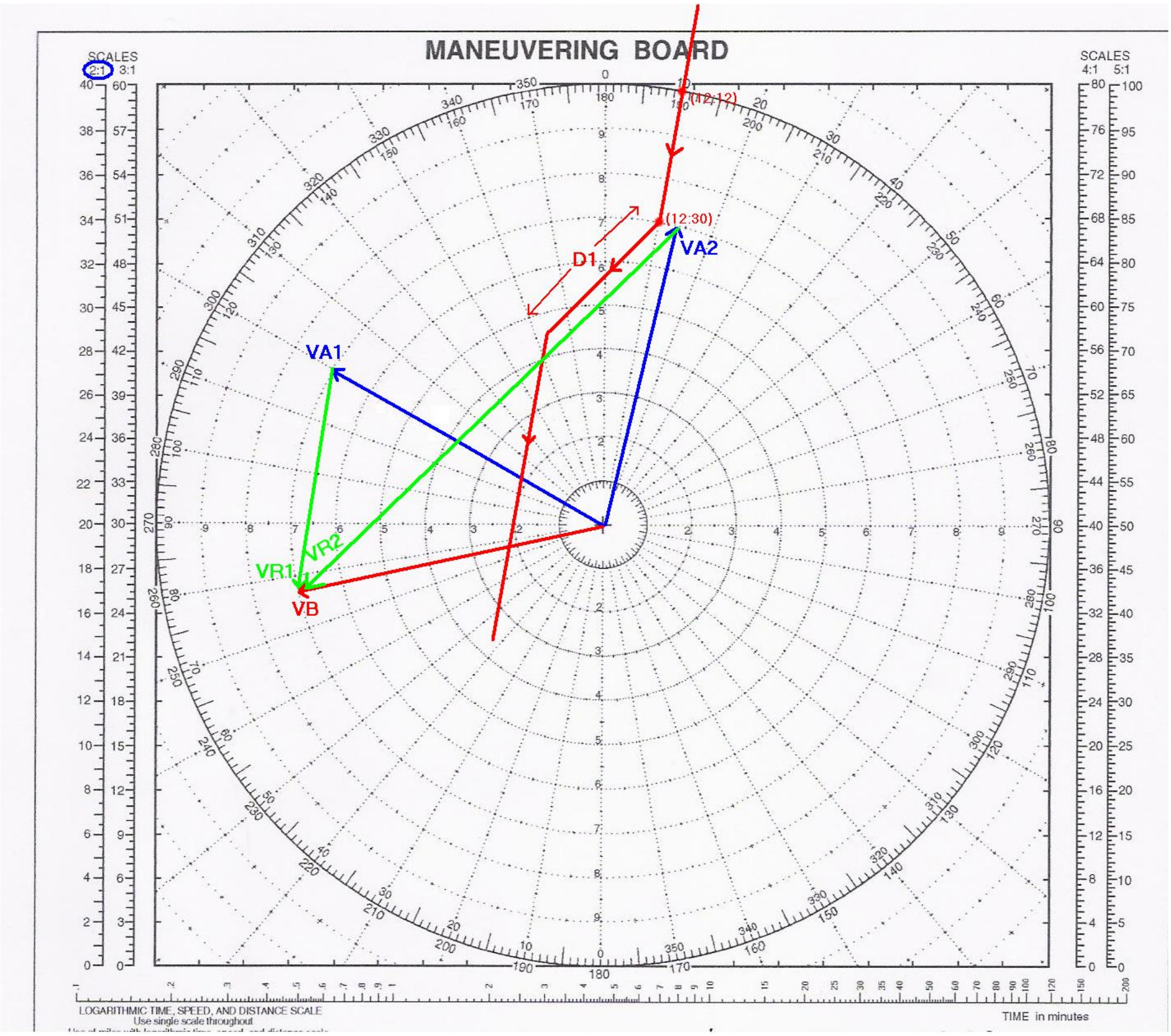
lo=latitud observada al mediodía= 29º 22,74’S

3º) Rumbo de maniobra y Hrb de vuelta al rumbo anterior

- Trazamos el vector de velocidad del barco A (Rumbo 300º, VA1=14 nudos).
- Trazamos la indicatriz del movimiento de B respecto de A, recta de color azul con demora 10º (marcación 70º grados respecto al barco A) . La velocidad de B respecto de A son 10 nudos, ya que el barco B se aproxima a razón de 1 milla cada 6 minutos.
- Desde el extremo del vector VA1 trazamos una paralela a la indicatriz del movimiento anterior y trazamos el vector VR1=14 nudos (velocidad relativa de B respecto de A).
- El vector VB que define la velocidad del barco B será el que une el centro de la rosa de maniobras con el extremo de VR1.
- Cuando el barco B esté a 7 millas de distancia serán las Hrb=12h 12m + 18m=12h 30m. Desde ese punto trazamos una tangente al círculo de distancia 4 millas. Hay dos soluciones, pero optamos por la que el barco A pase por la popa del B. Esa será la nueva indicatriz del movimiento de B respecto de A.
- Desde el extremo del vector B trazamos una paralela a la nueva indicatriz del movimiento. El vector VA2 define el nuevo rumbo del barco A (12º aproximadamente) que ha de tomar el barco A, para que sin modificar la velocidad (la magnitud de VA2 es igual a VA1) el barco B pase por la proa del A a 4 millas de distancia. La nueva velocidad relativa de B respecto de A resulta ser VR2=23,7 nudos.
- Para encontrar en qué momento el barco B es seguro que pasará al menos a 2 millas de distancia por la proa del A, se traza una tangente al círculo de distancia de 2 millas, y que sea paralela a la primera indicatriz del movimiento, ya que el barco A va a volver a retomar el rumbo primitivo. La distancia D1 se mide igual a 3,5 millas. El tiempo que tardará el barco B en recorrer dicha distancia es $\frac{3,5}{23,7}$ =0,1477 horas=8m 52s. Por lo tanto, Hrb de vuelta del barco A al rumbo primitivo=12h 30m + 8m 52s=12h 38m 52s

Respuestas:

- Maniobra de A para pasar a 4 millas: cambio de rumbo a 12º
- Hrb de vuelta al rumbo anterior para pasar a 2 millas: Hrb=12h 38m 52s


MANEUVERING BOARD
SCALES
2:1 3:1
4:1 5:1
(12:12)
(12:30)
D1
VA2
VA1
VR2
VR1
VB
LOGARITHMIC TIME, SPEED, AND DISTANCE SCALE
Use single scale throughout
TIME in minutes