

Tähtitieteellisen merenkulun tutkinto 25.9.2020

Tehtävä 1. a)

Alus lähtee 22.2.2000 vyöhykeaikaa 10:00 Rio de Janeirosta ($S23^{\circ}00'$ $W043^{\circ}00'$) määränpäänään Kapkaupunki. Laske päivämäärä ja vyöhyke aika, milloin alus sivuuttaa Tristan de Cunhan ($S37^{\circ}07'$ $W012^{\circ}17'$), kun matkan pituus laskettuun sivuutukseen on 1860 mpk ja aluksen nopeus 15 solmua. (3p)

ZT_1	10:00	22.2.	Rio de Janeiro
zc_1	+ 3:00		$zc_1 = -43^{\circ}/-15^{\circ} = +2,866667 = +3h$
UT_1	13:00	22.2.	
matka-aika	+124:00		Matka-aika: $1860\text{mpk}/15\text{kn} = 124h$
UT_2	137:00	22.2.	
+5vrk	-120:00		
UT_2	17:00	27.2.	Tristan da Cunha
zc_2	-1:00		$zc_2 = -12^{\circ}17'/-15^{\circ} = +0,8188889 = +1h$
ZT_2	16:00	27.2.	($UT \rightarrow ZT =$ käänteinen etumerkki)

Vastaus: 27.2.2000 ZT 16:00

Tähtitieteellisen merenkulun tutkinto 25.9.2020

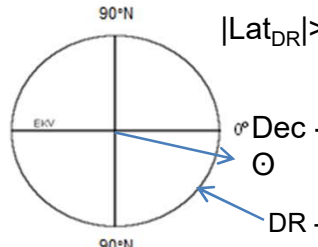
Tehtävä 1. b)

Matka jatkuu itään 28.2.2000 tosikeskipäivällä merkintäpaikassa $S37^{\circ}00'$ $W002^{\circ}50'$ mitataan Auringon alareunan sekstanttikorkeus $60^{\circ}50,5'$. Mikä on havaittu latitudi? Havainnossa on silmän korkeus 9,5 m ja sekstantin indeksikorjaus $-6,7'$. (3p)

Tutkinto 25.9.2020 – tehtävä 1.b)

0φ 6

Latitudi meridiaanihoiduksesta

Taivaankappale Aurinko alareuna		Kartta	DR	φ = -37° 00,0'	S	Samanmerkkiset; Lat > Dec A1) φ = 90° - H_i + Dec +90° = +90° 00,0' - H _i = -60° 54,1' + Dec = +8° 06,8' Lat = 37° 12,7'
		Mer.pass.		λ = -002° 50,0'	W	
H _i = 60° 50,5'	K _r T	TT = 12:00:00 ¹⁾	Δmp•ΔMerpass (Kuu)		HP =	Samanmerkkiset; Lat < Dec A2) φ = H_t - 90° + Dec H _t = -90° = -90° 00,0' + Dec = Lat =
ik = -6,7'	krk	±ET = +12:39				
H _h = 60° 43,8'	K _r T _c	λ _k [†] =	HP =		v =	Samanmerkkiset (N><S) B) φ = 90° - Dec - H_t +90° = +90° 00,0' - Dec = - H _t = Lat =
Dip = -5,4'	12h	LMT = 12:12:39	Dekinaatio			
H _a = 60° 38,4'	UT	ΔT = +0:11:20	d = +0,9		Dec = -8° 07,2' S	+90° = +90° 00,0'
rk = +15,7'		UT = 12:23:59	Dec = -8° 06,8' S			
HPK =	UT-päivä: 28.2.2000	zc/sc	Dec = -8° 06,8' S		Dec = -8° 06,8' S	+90° = +90° 00,0'
pk =		ZT/ST	±dk = +0,4'			
Δr =	λ = -002° 50' /-15	+st	Dec = -8° 06,8' S		Dec = -8° 06,8' S	+90° = +90° 00,0'
UK =	Δt = +0,18888889 h	klo/LT	Dec = -8° 06,8' S			
H _t = 60° 54,1'	Δt = +0:11:20				Dec = -8° 06,8' S	+90° = +90° 00,0'
SHA aikamuunnos	Tähti/planeetta Mer.Pass.	 Lat_{DR} > Dec				
SHA /15	YM.P.					
Δt = h	SHA					
Δt =	LMT					
SHA aikamuunnos		1) Auringon meridiaanihoidus TT = 12:00:00 (00:00:00)				

Vastaus:
Lat = S37°12,7'

Tähtitieteellisen merenkulun tutkinto 25.9.2020

Tehtävä 2.

Pohjoisella Atlantilla 8.8.2000 merkintäpaikassa $N46^{\circ}12,9'$ $W030^{\circ}58,4'$ mitataan klo 03:52:22 itäisellä taivaalla planeetta Jupiterin sekstanttikorkeus $41^{\circ}20,2'$. Tämän jälkeen klo 03:53:57 mitataan Pohjantähden (Polaris) sekstanttikorkeus $46^{\circ}54,4'$. Kellon korjaus vyöhykeajkaan on -12s, silmän korkeus 3,0m ja sekstantin indeksikorjaus $+2,6'$. Määritä havaittu paikka! (6p)

Aurinko, kuu ja planeetat

Jupiter (1)		Kartta	Merk. paikka	Lat ϕ	+46° 12,9'	N
				Lon λ	-030° 58,4'	W
$H_i = 41^\circ 20,2'$	Paivä	klo = 03:52:22	KrT =			
$ik = +2,6'$		klok = -0:12	krk =			
$H_h = 41^\circ 22,8'$	8.8. →	ZT = 03:52:10	KrT =			
$Dip = -3,0'$		zc = +2	12h			
$H_a = 41^\circ 19,8'$	8.8. →	UT = 05:52:10	UT =			
$rk = -1,1'$	H.P. =					
$H = 41^\circ 18,7'$		v = 2,1	$\pm d = +0,1$			
HPK =	GHA = 326° 37,2'	Dec = +20° 38,2'	N			
pk =	$k^{ms} = 13^\circ 02,5'$	$\pm dk = +0,1'$				
$\Delta R =$	vk = +1,8'	Dec = +20° 38,3'	N			
UK =	GHA = 339° 41,5'					
$H_i = 41^\circ 18,7'$	$\pm \lambda = -030^\circ 58,4'$	Lon $\lambda = -030^\circ 58,4'$				
$H_L = 41^\circ 15,7'$	LHA = 308° 43,1'	-15°				
$\Delta H = +3,0'$	$\pm 360^\circ$	$\Delta T = +2:03:54$				
kohti +3,0 mpk	LHA = 308° 43,1'	zc = +2				
+ = kohti - = pois						
$\sin H_L = (\sin Lat) \cdot (\sin Dec) + (\cos Lat) \cdot (\cos Dec) \cdot (\cos LHA)$		0,6594969972				
		41,2615222148°				
$\cos Z = ((\sin Dec) - (\sin Lat) \cdot (\sin H_L)) / ((\cos Lat) \cdot (\cos H_L))$		-0,2377251238				
		103,7523141269°				
z = 103,8°	Zn = z kun LHA > 180°					
Zn = 103,8°	Zn = 360° - z kun LHA ≤ 180°					

		Kartta	Merk. paikka	Lat ϕ	
				Lon λ	
$H_i =$	Paivä	klo =	KrT =		
$ik =$		klk =	krk =		
$H_h =$	→	ZT =	KrT =		
$Dip =$		zc =	12h =		
$H_a =$	→	UT =	UT =		
$rk =$	H.P. =				
$H =$		v =	$\pm d =$		
HPK =	GHA =	Dec =			
pk =	$k^{ms} =$	$\pm dk =$			
$\Delta R =$	vk =	Dec =			
UK =	GHA =				
$H_i =$	$\pm \lambda =$	Aluksen liike			
$H_L =$	LHA =	Nopeus f =			
$\Delta H =$	$\pm 360^\circ$	Suunta K =			
	mpk	LHA =	Ajoaika $T_D =$		
+ = kohti - = pois					
$\sin H_L$					
$\cos Z$					
z =	Zn = z kun LHA > 180°				
Zn =	Zn = 360° - z kun LHA ≤ 180°				

Tutkinto 25.9.2020 – tehtävä 2



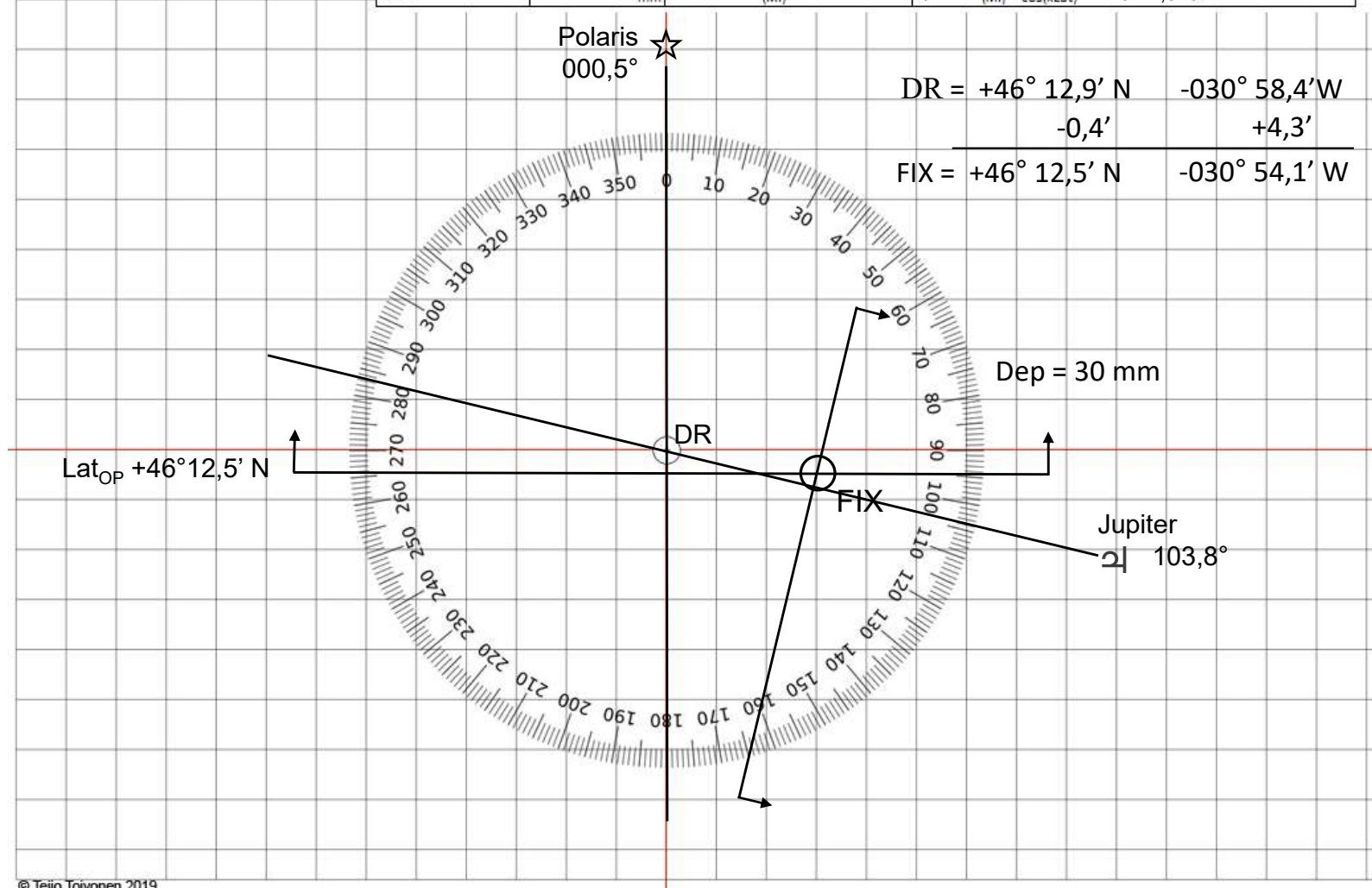
4

Polaris

Paivä	klo = 03:53:57	KrT =	Merkintäpaikka
	klk = -0:12	krk =	Lat ϕ +46° 12,9' N
8.8. →	ZT = 03:53:45	KrT =	Lon λ -030° 58,4' W
	zc = +2	12h	
8.8. →	UT = 05:53:45	UT =	
			zc = λ -30° 58,4' / -15 = +2,0648889 +2
H_i =	46° 54,4'	γ GHA =	32° 00,7'
ik =	+2,6'	γ k ^{ms} =	13° 28,5'
H_h =	46° 57,0'	γ GHA =	45° 29,2'
Dip =	-3,0'	$\pm \lambda$ =	-030° 58,4'
H_a =	46° 54,0'	γ LHA =	14° 30,8'
$\times$ rk =	-0,9'	$\pm 360^\circ$	
Δr =		γ LHA =	14° 30,8'
H_t =	46° 53,1'		
a_0 =	18,4'	$\leftarrow$ N.A. 274-276 Interpoloi viereisessä taulukossa γ LHA mukaan	
a_1 =	+0,6'	$\leftarrow$ N.A. 274-276 likimääräisen latitudin mukaan	
a_2 =	+0,4'	$\leftarrow$ N.A. 274-276 kuukauden mukaan	
-1°	-60,0'	$\leftarrow$ vakiokorjaus 1°	
ϕ =	46° 12,5'	$\leftarrow$ Laskettu Latitudi	Atsimuutti = 000,5°

Sekstanttikorkeuden määrittäminen latitudin perusteella (takaisinlaskenta)	
HUOM! Käytetään vastakkaisia etumerkkejä takaisinlaskennassa.	
ϕ =	DR Latitudi
+1°	$\leftarrow$ vakiokorjaus 1°
a_0 = -	$\leftarrow$ N.A. 274-276 Interpoloi alla γ LHA mukaan
a_1 = -	$\leftarrow$ N.A. 274-276 likimääräisen latitudin mukaan
a_2 = -	$\leftarrow$ N.A. 274-276 kuukauden mukaan
H_t =	$\leftarrow$ Polariksen H_t (tosikorkeus), kun Latitudi tiedetään
Δr =	
$\times$ rk = +	
Dip = +	
$\pm$ ik =	
H_i =	$\leftarrow$ Polariksen H_i (= sekstanttikorkeus) kun Latitudi tiedetään

a_0 määrittäminen ja interpolointi	
a_0° = +18,6'	γ LHA deg 14° $\leftarrow$ γ LHA asteet ja minuutit eriteltynä
a_0' = -0,2'	γ LHA min 30,8' / 60 = -0,3'
a_0 = +18,4'	$a_0' = -0,154'$



Tähtitieteellisen merenkulun tutkinto 25.9.2020

Tehtävä 3.

Eteläisellä tyynellä valtamerellä 10.9.2000 merkintäpaikassa $S48^{\circ}35,2'$ $W138^{\circ}14,1'$ havaitaan pilvien aukossa tosisuuntimassa 149° tuntematon tähti ja vyöhykeaikaa 18:24:08 mitataan sen sekstanttikorkeus $26^{\circ}28,6'$. Alus kulkee tosisuuntaan 080° nopeudella 12 solmua. Puolen tunnin kuluttua koillinen taivas selkenee ja vyöhykeaikaa 18:55:36 mitataan tähti Altair sekstanttikorkeudessa $28^{\circ}25,8'$ Silmän korkeus 6,5 m ja sekstantin indeksikorjaus $-2,1'$. Tunnista ensimmäisenä havaittu tähti ja määritä aluksen sijainti jälkimmäisen havainnon hetkellä! (9p)

Tähtien tunnistus

Paivä	klo =	KrT =
	klk =	krk =
10.9.→	ZT = 18:24:08	KrT =
	zc = +9	12h
11.9.→	UT = 03:24:08	UT =

$H_i =$	26° 28,6'	$\Upsilon GHA =$	35° 26,5'
$ik =$	-2,1'	$\Upsilon k^{ms} =$	+6° 03,0'
$H_h =$	26° 26,5'	$\Upsilon GHA =$	41° 29,5'
Dip =	-4,5'	$\pm \lambda =$	-138° 14,1'
$H_a =$	26° 22,0'	$\Upsilon LHA =$	-96° 44,6'
$\star k =$	-2,0'	$\pm 360^\circ$	+360°
$H_i =$	26° 20,0'	$\Upsilon LHA =$	263° 15,4'
$H_L =$	26° 26,3'	$\sin Dec = \sin Lat \cdot \sin H_i + \cos Lat \cdot \cos H_i \cdot \cos Z_{n_h}$	
$\Delta H =$	-6,3'	$\sin Dec$	-0,8408533458
pois	6,3 M	Dec	-57,23034083°

$$\cos t = (\sin H_i - \sin Lat \cdot \sin Dec) / (\cos Lat \cdot \cos Dec)$$

$$\cos t = -0,5222541908$$

$$t = 121,48358^\circ$$

$$t = 121^\circ 29,0' \quad \star LHA = 238^\circ 31,0'$$

$$\star LHA = t, \text{ kun } Z_{n_h} > 180^\circ \quad || \quad \star LHA = 360^\circ - t, \text{ kun } Z_{n_h} < 180^\circ$$

Merkintäpaikka DR

Lat ϕ	-48° 35,2'	S
Lon λ	-138° 14,1'	W

ks
+eks
ms
+er
ts

Tähtien havaittu ts

$$Z_{n_h} = 149^\circ$$

$$\star Dec = -57^\circ 13,8' \quad S$$

$$\star LHA = 238^\circ 31,0'$$

$$-\Upsilon LHA = -263^\circ 15,4'$$

$$SHA = -24^\circ 44,4'$$

$$\pm 360^\circ \quad +360^\circ$$

$$\star SHA = 335^\circ 15,6'$$

Sijoittaja

Tunnistettu tähti (☆SHA ja ☆Dec -vertailu NA:ssa)

Achernar (α Eridani) 5

$$\star Dec = -57^\circ 13,9' \quad S \quad \text{Nautical Almanac}$$

$$\star SHA = 335^\circ 33,7' \quad \text{Nautical Almanac}$$

$$+\Upsilon LHA = 263^\circ 15,4'$$

$$\star LHA = 598^\circ 49,1'$$

$$\pm 360^\circ \quad -360^\circ$$

$$\star LHA = 238^\circ 49,1'$$

$$\sin H_L = \sin Lat \cdot \sin Dec + \cos Lat \cdot \cos Dec \cdot \cos \star LHA$$

$$0,4452446237$$

$$26,4389907776^\circ \quad (\text{siirretään korkeuslaskelmaan})$$

$$\cos z = (\sin Dec - \sin Lat \cdot \sin H_L) / (\cos Lat \cdot \cos H_L)$$

$$-0,8559101032$$

$$148,8604249641^\circ$$

$$z = 148,9^\circ \quad Z_n = 148,9^\circ$$

Tutkinto 25.9.2020 – tehtävä 3)

MERKINTÄLASKU (tunnetaan matka ja suunta)

Kaavat

$\Delta\phi = D \times \cos TS$	6,2933 M · cos 80°	=	+1,0928	'
$dep = D \times \sin TS$	6,2933 M · sin 80°	=	+6,1977	M
$\Delta\lambda = dep / \cos \phi_k$	+6,1977 M / cos -48°34,7'	=	+9,3678	'

Lähtöarvot

Nopeus f	12 kn
Suunta K	080°
Ajoaika Δt	0:31:28 h
Matka D	6,2933 M

Matka-aika

$t_2 =$	18:55:36
$t_1 =$	18:24:08
$\Delta t =$	0:31:28

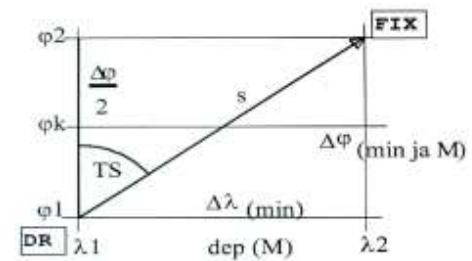
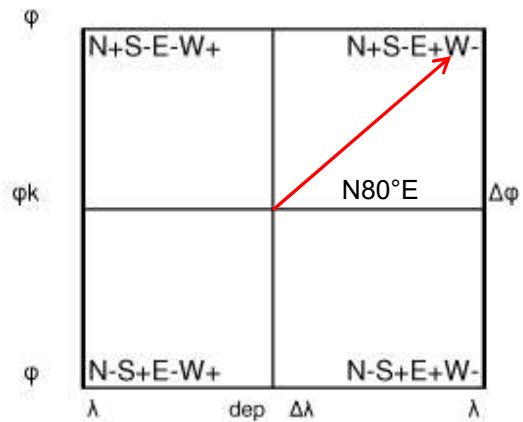
Keskilätitudi

		N/S
ϕ_1	-48° 35,2'	S
$\Delta\phi/2$	+0,5'	
ϕ_k	-48° 34,7'	S

Havaittu paikka FIX

		N/S
ϕ_1	-48° 35,2'	S
$\Delta\phi$	+1,1'	
ϕ_2	-48° 34,1'	S

		W/E
λ_1	-138° 14,1'	W
$\Delta\lambda$	+9,4'	
λ_2	-138° 04,7'	W



Paikan määrittäminen tunnettujen tähtien avulla

Tähti =	Merk.	Lat ϕ	
Altair (2)	paikk	-48° 34,1'	S
		Lon λ	W
Päivä	klo =	KrT =	
(ZT) 10.9.2000	klk =	krk =	
$H_i = 28^\circ 25,8'$	ZT = 18:55:36	KrT =	
$ik = -2,1'$	zc = +9	12h	
$H_h = 28^\circ 23,7'$	UT = 03:55:36	UT =	
Dip = -4,5'	UT-päivä = 11.9.2000		
$H_a = 28^\circ 19,2'$			
$\star rk = -1,8'$	$\Upsilon GHA = 35^\circ 26,5'$	$\star Dec = +8^\circ 52,4'$	N
$28^\circ 17,4'$	$\Upsilon k^{ms} = 13^\circ 56,3'$		
$\Delta R =$	$\Upsilon GHA = 49^\circ 22,8'$	$\star SHA = 62^\circ 17,8'$	
$H_t = 28^\circ 17,4'$	$\pm \lambda = -138^\circ 04,7'$	$+ \Upsilon LHA = 271^\circ 18,1'$	
$H_L = 28^\circ 01,9'$	$\Upsilon LHA = -88^\circ 41,9'$	$\star LHA = 333^\circ 35,9'$	
$\Delta H = +15,5'$	$\pm 360^\circ + 360^\circ$	$\pm 360^\circ$	
kohti 15,5 mpk	$\Upsilon LHA = 271^\circ 18,1'$	$\star LHA = 333^\circ 35,9'$	*

$\sin H_L = \sin Lat \cdot \sin Dec + \cos Lat \cdot \cos Dec \cdot \cos \star LHA$	0,4699651933
$\cos Z = (\sin Dec - \sin Lat \cdot \sin H_L) / (\cos Lat \cdot \cos H_L)$	28,0320371805°
	0,8673212960
	29,8511667049°

z = 29,9°	z = Zn kun $\star LHA > 180^\circ$
Zn = 029,9°	Zn = 360° - z kun $\star LHA \leq 180^\circ$

Tähti =	Merk.	Lat ϕ	
	paikk		
		Lon λ	
Päivä	klo =	KrT =	
(ZT)	klk =	krk =	
$H_i =$	ZT =	KrT =	
$ik =$	zc =	12h	
$H_h =$	UT =	UT =	
Dip =	UT-päivä =		
$H_a =$			
$\star rk =$	$\Upsilon GHA =$	$\star Dec =$	
	$\Upsilon k^{ms} =$		
$\Delta R =$	$\Upsilon GHA =$	$\star SHA =$	
$H_t =$	$\pm \lambda =$	$+ \Upsilon LHA =$	
$H_L =$	$\Upsilon LHA =$	$\star LHA =$	
$\Delta H =$	$\pm 360^\circ$	$\pm 360^\circ$	
	mpk $\Upsilon LHA =$	$\star LHA =$	*

$\phi_2 = \phi_1 + (f \times \Delta t \times \cos K) / 60$	
$\lambda_2 = \lambda_1 + (f \times \Delta t \times \sin K) / (60 \times \cos K)$	

z =	
Zn =	

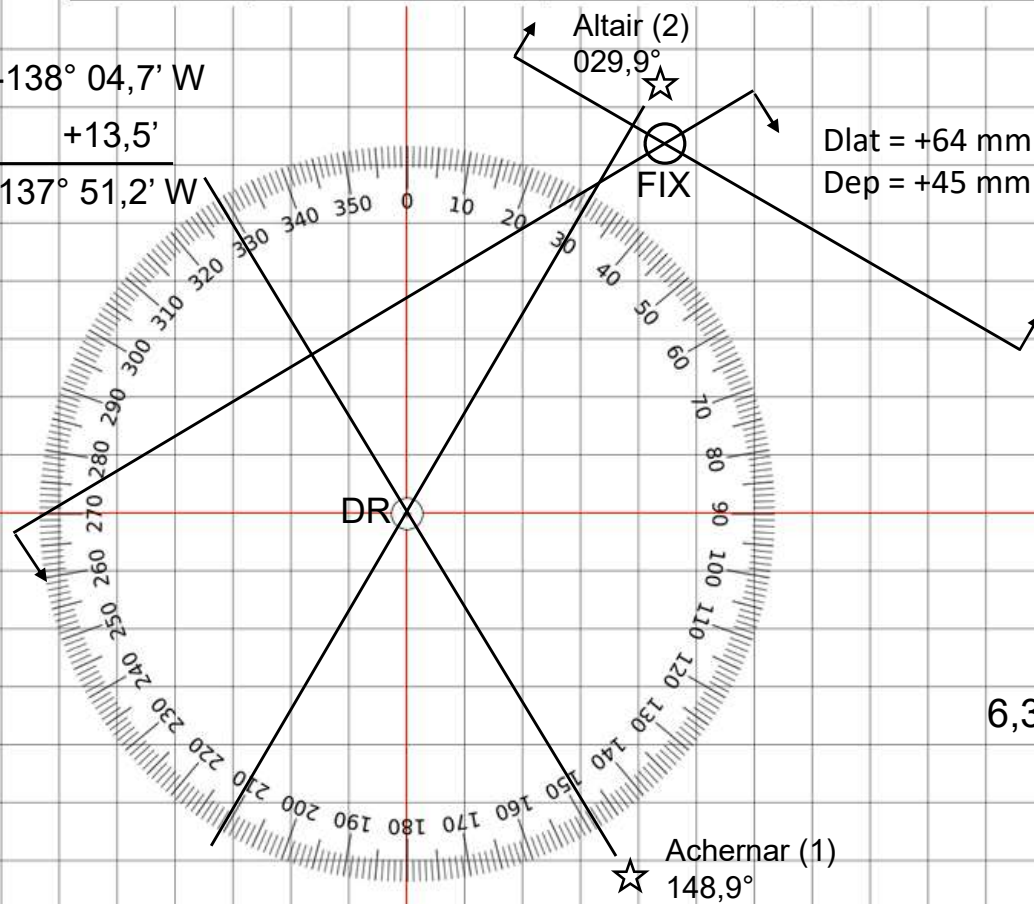
Tehtävä	3	Mittakaava (Mi)	$\frac{64 \text{ mm}}{5 \text{ (Mi)}} = +12,8'$	Dep	$\frac{45 \text{ mm}}{5 \text{ (Mi)} \cdot \cos(kLat)} -48^{\circ}21,3'$	$\Delta\lambda = +13,544'$
Kartta		5 mm				

DR = $-48^{\circ} 34,1' \text{ S}$ $-138^{\circ} 04,7' \text{ W}$

+12,8'

+13,5'

$-48^{\circ} 21,3' \text{ S}$ $-137^{\circ} 51,2' \text{ W}$



Tähtitieteellisen merenkulun tutkinto 25.9.2020

Tehtävä 4. a)

Pohjanmerellä 25.5.2000 on aurinko ja kuu näkyvissä samanaikaisesti. Merkintäpaikassa $N56^{\circ}02,0'$ $E002^{\circ}44,0'$ mitataan kronometriaikaa 06:23:35 kuun yläreunan sekstanttikorkeus $15^{\circ}12,2'$. Heti tämän jälkeen kronometriaikaa 06:25:10 mitataan auringon alareunan sekstanttikorkeus $22^{\circ}45,1'$. Kronometrikorjaus +32s, silmän korkeus 3,5 m ja sekstantin indeksikorjaus +5,1'. Lämpötila on $+20^{\circ}\text{C}$ ja ilmanpaine 990 mb. Määritä havaittu paikka! (6p)

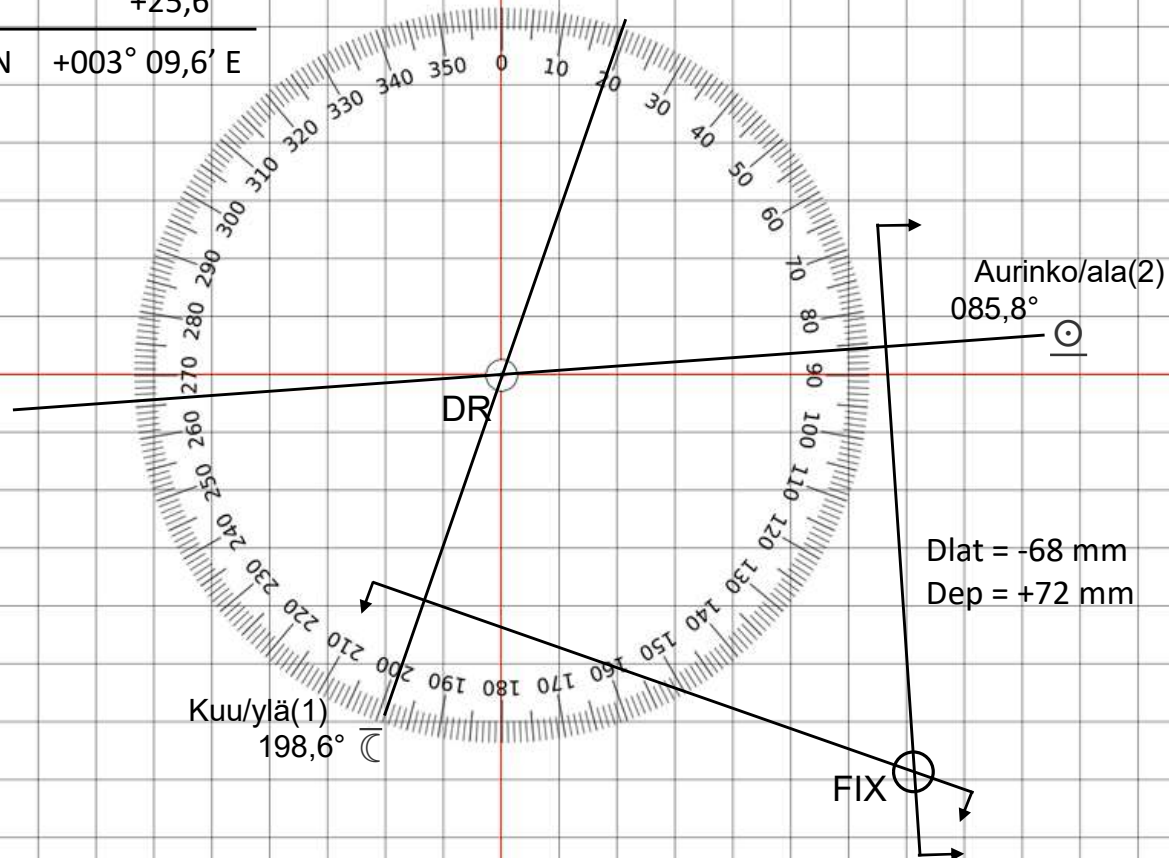
Tehtävä	4. a)	Mittakaava (Mi)	$\frac{\Delta\varphi}{5} = \frac{-68}{5} = -13,6$	Dep	$\frac{72}{5} = 14,4$	$\Delta\lambda = +25,623$
Kartta		5 mm	(Mi)		$(5 \text{ (Mi)} \cdot \cos(\text{KLat}) + 55^\circ 48,4')$	

DR = $+56^\circ 02,0' \text{ N}$ $+002^\circ 44,0' \text{ E}$

-13,6'

+25,6'

$+55^\circ 48,4' \text{ N}$ $+003^\circ 09,6' \text{ E}$



Tähtitieteellisen merenkulun tutkinto 25.9.2020

Tehtävä 4. b)

Edellisen paikanmäärityksen yhteydessä aurinko suunnittiin ohjauskompassin varjopuikon avulla kompassisuuntimassa 090° . Mikä on ohjauskompassin eksymä ohjatulle kulkusuunnalle (TS 170°), kun paikallinen eranto on $E001^\circ$? (6p)

ks	090°	
eks	-5°	
ms	085°	
er	$+1^\circ$	
ts	086°	← havainnon atsimuutti = $085,8^\circ$

Vastaus: eranto = -5°

Tähtitieteellisen merenkulun tutkinto 25.9.2020

Jokeritehtävä

Pohjanmerellä 25.5.2000 jatkat purjehdusta 6 solmun nopeudella tosisuuntaan 170° tehtävän nro 4. paikanmäärittelyn jälkeen.

- a) Milloin kuu laskee? Ilmoita kellonaika minuutin tarkkuudella.
- b) Mikä on kuun tosisuuntima sen laskun hetkellä? Ilmoita suuntima asteen tarkkuudella.

Tutkinto 25.9.2020 – jokeritehtävä a)

$DR_1 = +55^\circ 48,4' N \quad +003^\circ 09,6' E$

Nopeus	6 kn	
Tosisuunta	170°	
Ajoaika T_D	03:08:15	← Ajoaika (likimain)
Matka Kuun laskuun	18,825M	↑ Laskuaika Lat 56°

$09:32:22 - 6:24:07 = 03:08:15$

Aikaero ΔT Kuun likimaiseen laskupaikkaan:

$+3^\circ 09,6' / -15^\circ = -0:12:38$

Ajoaika Kuun likimaiseen laskupaikkaan (Lat 56°)

LMT 09:45:00

ΔT -0:12:38

UT_{MR} 09:32:22

Ajoaika Kuun likimaiseen laskupaikkaan (Lat 54°)

LMT 09:53:00

ΔT -0:12:38

UT_{MR} 09:40:22

Likimainen Kuun laskupaikan sijainti aluksen liikkuesssa

$\Delta\phi = 18,825 \cdot \cos(170^\circ) = -18,539M$

$Dep = 18,825 \cdot \sin(170^\circ) = +3,2689M$

$\Delta\lambda = +3,2689 / \cos(+55^\circ 39,1') = +5,7936'$

$Klat = +55^\circ 48,4' - (18,54/2) = +55^\circ 39,1'$

DR_1	$+55^\circ 48,4' N$	$+003^\circ 09,6' E$
$\Delta\phi/\Delta\lambda$	-18,5'	+5,8'
DR_2	$+55^\circ 29,9' N$	$+003^\circ 15,4' E$

Kuun laskuaika UT

Lat 56° 09:40:22

-Lat 54° 09:32:22

Laskuajanero 0:08:00

$8min/120' \cdot 31,1' = 2,07min = 2min 4sek$

$UT_{MR(56)}$ 09:32:22

+2:04

Kuun laskuaika 09:34:26

aluksen liikkuesssa

Vastaus a)

ZT = 09:34

Kuu yläreuna		Kartta	Merk. paikka	Lat ϕ	+55° 29,9'	N
				Lon λ	+003° 15,4'	E
$H_i =$	2.5. →	klo =	KrT =			
$i_k =$		klok =	krk =			
$H_n =$		ZT =	KrT =			
Dip =		zc =	12h			
$H_s =$	25.5. →	UT	UT = 09:34:26			
rk =	H.P. 54,8					
		v = 13,0	$\pm d = +7,6$			
HPK =	GHA =	53° 16,8'	Dec =	-16° 22,0'	S	
pk =	$k^{ms} =$	8° 13,0'	$\pm dk =$	+4,4'		
$\Delta R =$	vk =	+7,5'	Dec =	-16° 17,6'	S	
UK =	GHA =	61° 37,3'				
$H_t =$	$\pm \lambda =$	+ 003° 15,4'				
$H_L =$	LHA =	64° 52,7'				
$\Delta H =$	$\pm 360^\circ$					
	mpk	LHA =	64° 52,7'			

+ = kohti - = pois

$$\sin H_L = \sin Lat \cdot \sin Dec + \cos Lat \cdot \cos Dec \cdot \cos LHA$$

$$\cos Z = (\sin Dec - \sin Lat \cdot \sin H_L) / (\cos Lat \cdot \cos H_L)$$

-0,0003927053

-0,0225003562°

-0,4947113233

119,6507164735°

z = 119,7°

Zn = 240,3°

z = Zn kun LHA > 180°

Zn = 360° - z kun LHA ≤ 180°

Vastaus b)

240°