

PENGENALAN KEPADA ILMU FALAK

Definisi “Ilmu Falak”

1. Ilmu yang mengkaji perjalanan badan-badan cakerawala seperti - bumi, bulan, matahari dan bintang-bintang (Baharrudin Zainal, DBP 2002).
2. Benda yang beredar di langit (surah Yasin: 40 dan Al-Anbiya:33)
3. Ilmu yang mengkaji tentang tatasuria, menghitung jumlah bintang, mengukur pembahagian gugusan-gugusan bintan, jarak, saiz dan pergerakan badan-badan cakerawala serta mengetahui segala sesuatu yang berhubungan dengannya. (Ikhwan as-Shafa)
4. Ilmu yang mempelajari tentang pergerakan tetap bintang-bintang, sama ada yang bergerak atau berpusing. Gerakan-gerakan tersebut boleh diketahui melalui cerapan atau hitungan. Ilmu hitungan pula hendaklah berdasarkan kepada pengetahuan tentang ciri-ciri pergerakan dan kedudukannya. (Ibn Khaldun)
5. Dari bahasa Sumerian ‘pilak’ bermaksud sesuatu yang berputar.
6. Dalam bahasa latin, astronomi – ilmu mengenai bintang.

Bidang Pelajaran Dalam Ilmu Falak

Sistem Waktu

Fenomena Alam

Almanak

Hitungan

Sistem Waktu

1. Sistem Waktu Solar (Matahari)
2. Sistem Waktu Atom

Sistem Waktu Solar (Matahari)

1. Disenggara oleh IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) di Frankfurt, German
2. Universal time (UT)/ Sidereal time
3. UT1 – Universal Time 1

Sistem waktu berasaskan putaran bumi pada paksinya dan peredaran bumi mengelilingi matahari. Diperolehi daripada masa UT0 setelah pembetulan *polar motion*. Menggantikan nama klasiknya - Greenwich Mean Time (GMT) – yang digunakan sebelum tahun 1961.

4. Julian Day Number (JD)

Sistem hari berasaskan kalender Julian - kalender yang diperkenalkan oleh pemerintahan Rom.

$$JD = \text{Int}(365.25(Y+4716)) + \text{Int}(30.6001(M+1)) + D + B - 1524.5$$

$$B = 2 - A + \text{Int}(A/4)$$

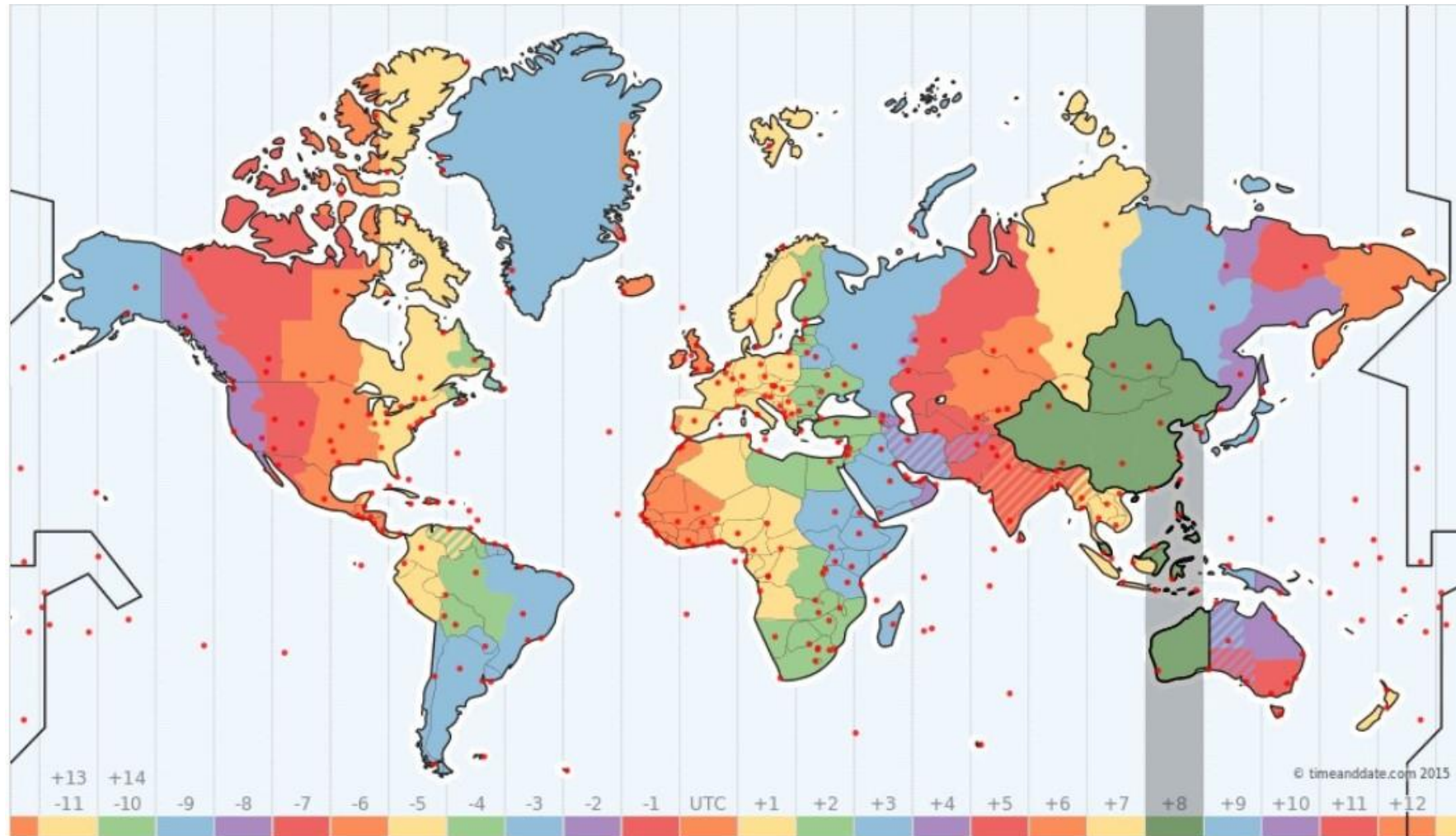
$$A = \text{Int}(Y/100)$$

$$\{\text{Jika } M < 3, Y = Y - 1 \text{ dan } M = M + 12\}$$

JD pada hari ini (8 Mac 2016) =

Sistem Waktu Solar (Matahari).... samb

5. Zon waktu antarabangsa



Malaysia = UTC + 8jam

Sistem Waktu Solar (Matahari).... samb

5. Longitude dan masa berhubungkait antara satu sama lain.

$$1\text{jam} = 15^\circ$$

$$1\text{minit} = 15'$$

$$1\text{saat} = 15''$$

6. Waktu solar hakiki dan waktu solar purata

- Hakiki: waktu dikira berasaskan kedudukan matahari sebenar seperti ketika matahari (atau bintang) melintasi garisan meridian atau masa daripada *sundial*.
- Purata: waktu dikira berasaskan kedudukan matahari andaian (dikira). Waktu yang digunakan dalam menjalani aktiviti kehidupan seharian adalah waktu solar purata (cth.: jam dinding)
- Perbezaan antara waktu solar hakiki dan waktu solar purata disebut *Equation of Time*
$$\text{Equation of Time} = \text{Waktu Solar Hakiki} - \text{Waktu Solar Purata}$$



sundial

Sistem Waktu Atom

1. Disenggara dan diterbitkan oleh BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) di Parc de Saint-Cloud, Sèvres, Perancis
2. Coordinated Universal Time (UTC)/ International Atomic Time(TAI)/ GPS/ Terrestrial Dynamic Time(TDT)/ Barycentric Dynamic Time(TDB)
3. Ukuran masa berasaskan kitaran anjakan atom pada zarah Cesium dan dinamakan sistem waktu TAI
4. UTC adalah sistem waktu atom yang digunapakai dalam aktiviti seharian kita. **UTC = TAI - 36s** (Nilai 36s ini dipanggil pembedahan *leap second*. Nilai ini berubah berdasarkan kadar putaran bumi)
5. UTC menggantikan UT1 sebagai sistem waktu antarabangsa pada 1 Januari 1972.
6. Sistem waktu GPS berasaskan zarah atom Cesium yang ditempatkan di stesen kawalan bumi. Waktu ini, walau bagaimana pun, tiada pembedahan *leap second*. Sungguhpun demikian, bergantung kepada pengeluar alat GPS, nilai pembedahan ini disepadukan dalam alat penerima satelit. Pengguna perlulah memastikan masa yang dipaparkan oleh alat samasa waktu GPS atau UTC. **GPS = TAI - 19s**

Hubungkait antara Sistem Waktu Solar (Matahari) dan Sistem Waktu Atom

$$\text{UTC} = \text{UT1} - \Delta\text{UT}$$

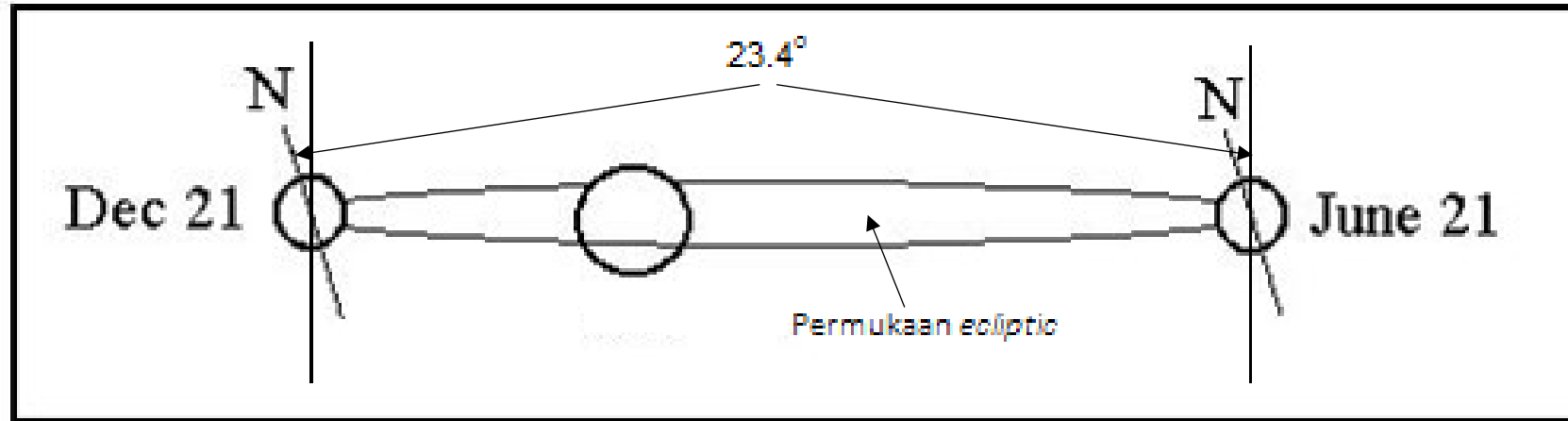
Nilai bagi dikeluarkan oleh IERS dan boleh diperolehi melalui <http://maia.usno.navy.mil>

Fenomena Alam

1. Peredaran Bumi
2. Peredaran Bulan

Peredaran Bumi

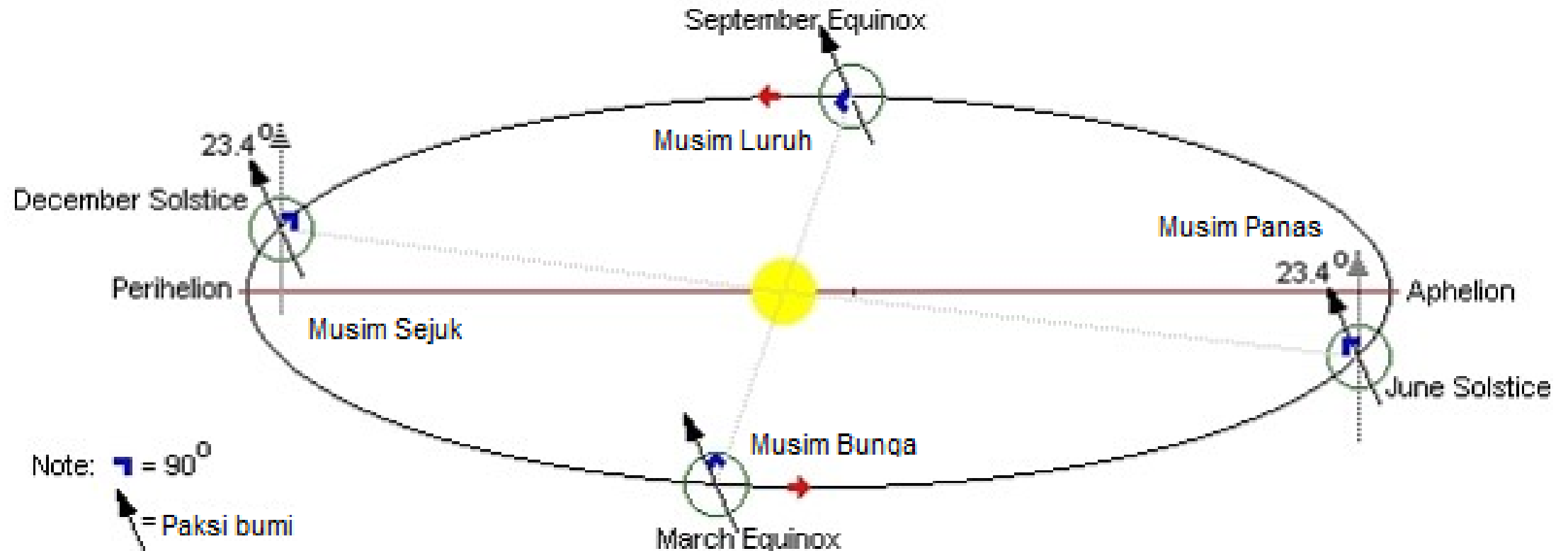
1. Bumi berputar pada paksi putarannya dan bergerak mengelilingi matahari pada garisan *ecliptic*. Paksi putaran ini condong sebanyak 23.4° daripada garisan yang bersudut tepat dengan permukaan *ecliptic*. Paksi bumi tidak berubah.



2. Setiap putaran bumi dibahagikan kepada 24 jam atau 360° menyebabkan malam dan siang.

Peredaran Bumi.... samb

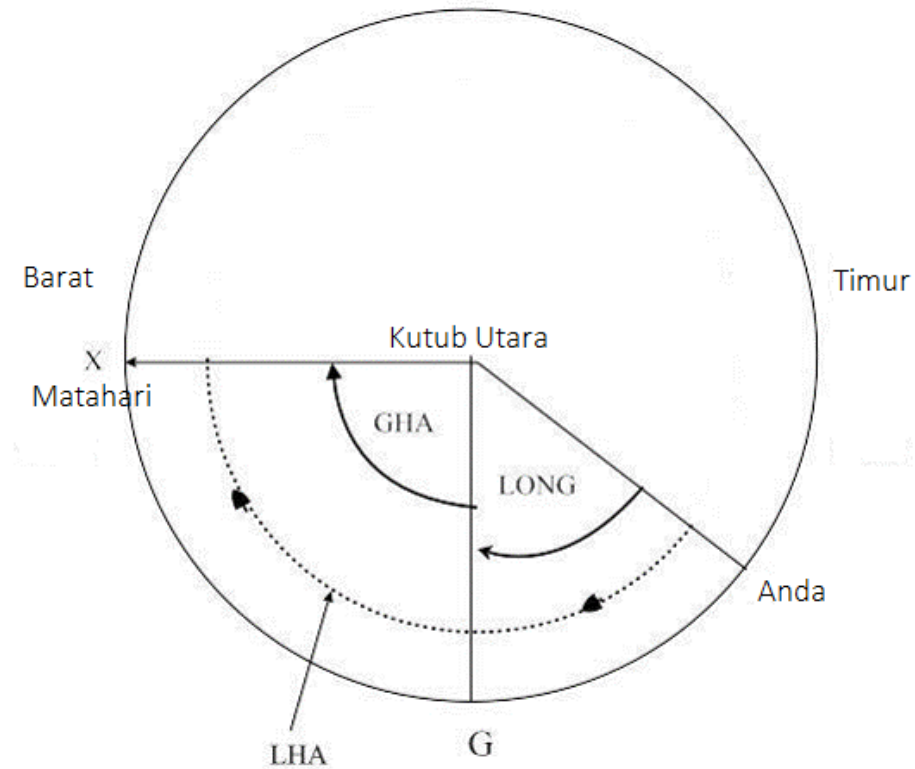
3. Pergerakan bumi mengelilingi matahari menyebabkan perubahan musim.



Peredaran Bumi.... samb

4. *Greenwich Hour Angle* dan *Local Hour Angle*

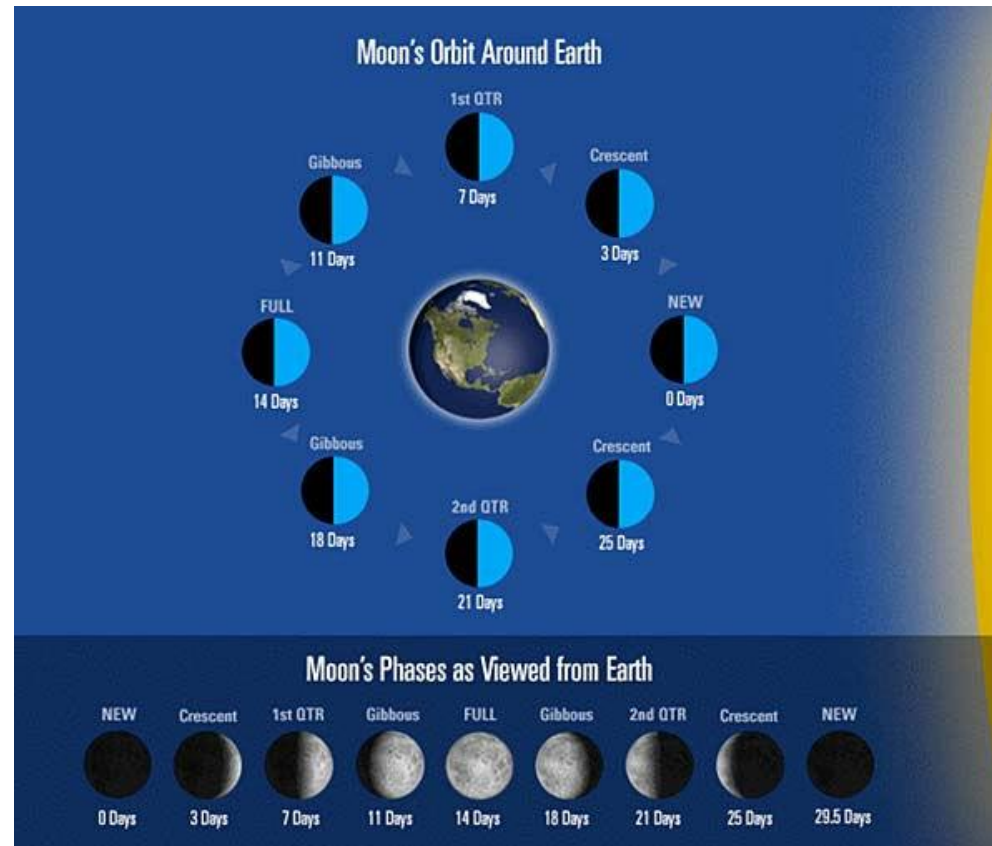
Hour angle adalah sudut (pada permukaan *equator*) antara 2 meridian iaitu meridian kita dan meridian di mana matahari sedang berada.



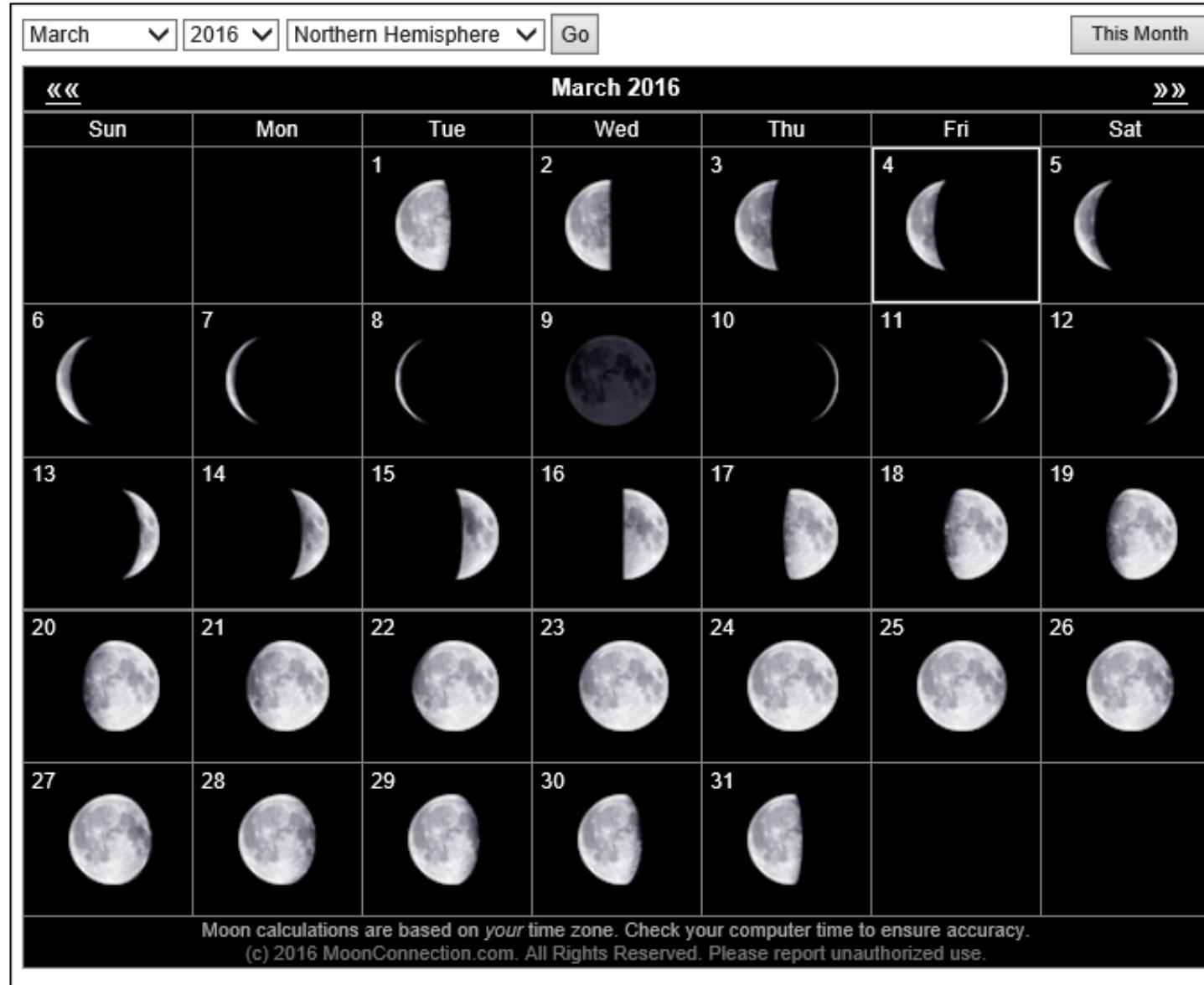
Masa ?

Peredaran Bulan

1. Bulan bergerak mengelilingi bumi (tidak berputar). 1 pusingan mengelilingi bumi mengambil masa 27.3 hari (*sidereal month*), manakala jika diperhatikan pula dari matahari, tempoh ini adalah selama 29.5 (*synodic month*) hari akibat pengaruh drpd peredaran bumi. Orbit pusingan bulan bersudut 5° dengan permukaan *ecliptic*.
2. Fasa kecerahan bulan berkait rapat dengan fenomena *synodic month*.



Peredaran Bulan.... samb



Almanak

1. Almanak Matahari
2. Almanak Bulan
3. Koordinat objek semawi

Almanak Matahari

1. The Star Almanac for Land Surveyors dikeluarkan oleh HM Nautical Almanac Office mengandungi ephemeris matahari

6 SUN - MARCH, 2016													
UT1			R	Dec	E	UT1			R	Dec	E		
d	h	m	s	o	'	"/	d	h	m	s	o	'	"/
1	0	10	36	55	S	7	30	2	11	47	40	3	30
Tues.6	37	54	2	7	24	5	7	24	5	7	24	5	7
12	38	53	3	7	18	7	18	7	18	7	18	7	18
18	39	52	5	7	13	0	7	13	0	7	13	0	7
2	0	10	40	51	S	7	07	3	11	47	52	3	30
Wed.6	41	50	8	7	01	6	47	53	3	13	23	2	30
12	42	49	6	6	55	8	47	58	4	14	22	3	31
18	43	49	0	6	50	1	48	01	5	15	21	5	31
3	0	10	44	48	S	6	44	3	11	48	04	7	31
Thur.6	45	47	3	6	38	6	48	07	8	16	20	6	31
12	46	46	5	6	32	8	48	11	0	17	19	7	31
18	47	45	6	6	27	0	48	14	3	18	18	9	31
4	0	10	48	44	S	6	21	2	11	48	17	5	33
Fri. 6	49	43	9	6	15	5	48	20	8	21	16	3	33
12	50	43	0	6	09	7	48	24	1	22	15	4	33
18	51	42	2	6	03	9	48	27	5	23	14	6	33
5	0	10	52	41	S	5	58	1	11	48	30	8	34
Sat. 6	53	40	4	5	52	3	48	34	2	25	12	8	34
12	54	39	6	5	46	5	48	37	6	26	12	0	34
18	55	38	7	5	40	7	48	41	1	27	11	1	34
6	0	10	56	37	S	5	34	8	11	48	44	5	35
Sun. 6	57	37	0	5	29	0	48	48	0	28	10	2	35
12	58	36	1	5	23	2	48	51	5	30	08	5	35
18	10	59	35	5	17	4	48	55	1	31	07	7	35
7	0	11	00	34	S	5	11	5	11	48	58	6	36
Mon.6	01	33	5	5	05	7	49	02	2	32	06	8	36
12	02	32	7	4	59	8	49	05	8	34	05	1	36
18	03	31	8	4	54	0	49	09	4	35	04	2	36
8	0	11	04	31	S	4	48	1	11	49	13	1	37
Tues.6	05	30	1	4	42	3	49	16	8	37	02	5	37
12	06	29	2	4	36	4	49	20	5	38	01	6	37
18	07	28	4	4	30	6	49	24	2	39	00	8	37
24	11	08	27	5	4	24	7	11	49	27	9	11	37

Sun's SD 16'1

Date	SUNRISE																
	South Latitude						North Latitude										
Mar.	60°	55°	50°	45°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°
1	5	2	5	4	5	5	6	5	9	6	6	6	6	6	6	6	7
6	5	4	5	6	5	7	5	8	5	9	6	6	6	6	6	6	7
11	5	6	5	7	5	8	5	9	6	6	6	6	6	6	6	6	7
16	5	9	5	9	6	0	6	0	6	6	6	6	6	6	6	6	7
21	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6
26	6	3	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
31	6	5	6	4	6	3	6	2	6	2	6	1	6	1	6	0	5

Moon's Phases: Last Quarter 1^d 23^h 11^m New Moon 9^d 01^h 54^m First Quarter 15^d 17^h 03^m

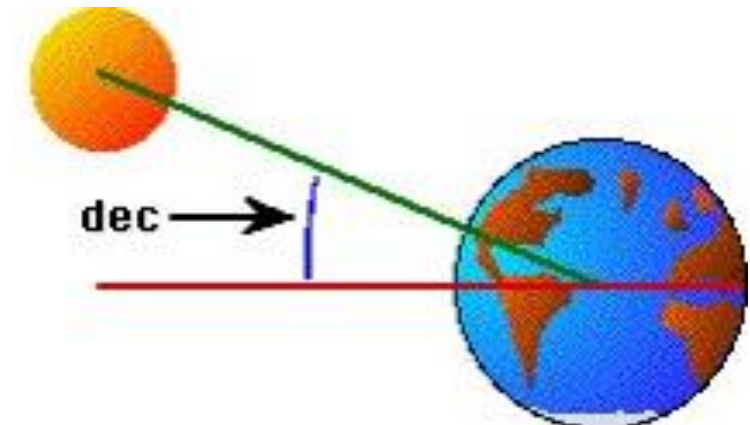
7 SUN - MARCH, 2016													
UT1			R	Dec	E	UT1			R	Dec	E		
d	h	m	s	o	'	"/	d	h	m	s	o	'	"/
17	0	11	39	59	S	1	15	6	11	51	37	9	25
Thur.6	40	59	1	1	09	7	51	42	2	52	30	4	45
12	41	58	2	1	03	7	51	46	6	43	30	4	46
18	42	57	3	0	57	8	51	50	9	44	30	4	46
18	0	11	43	56	S	0	51	9	11	51	55	3	26
Fri. 6	44	55	6	0	46	0	51	59	7	15	53	8	26
12	45	54	7	0	40	0	52	04	1	16	52	8	26
18	46	53	9	0	34	1	52	08	5	17	51	8	26
19	0	11	47	53	S	0	28	2	11	52	12	9	27
Sat. 6	48	52	2	0	22	2	52	17	3	20	24	9	27
12	49	51	3	0	16	3	52	21	7	23	23	9	27
18	50	50	4	0	10	4	52	26	2	24	22	8	27
20	0	11	51	49	S	0	04	5	11	52	30	6	28
Sun. 6	52	48	7	0	01	5	52	35	1	31	01	5	28
12	53	47	9	0	07	4	52	39	5	32	00	4	28
18	54	47	0	0	13	3	52	44	0	33	59	3	28
21	0	11	55	46	N	0	19	2	11	52	48	5	29
Mon.6	56	45	3	0	25	2	52	53	0	34	58	2	29
12	57	44	4	0	31	1	52	57	5	35	57	1	29
18	58	43	5	0	37	0	53	02	0	36	56	0	29
22	0	11	59	42	N	0	42	9	11	53	06	5	25
Tues.6	12	00	41	8	0	48	53	11	0	37	55	0	25
12	01	40	9	0	54	8	53	15	5	38	54	0	25
18	02	40	1	0	00	7	53	20	0	39	53	0	25
23	0	12	03	39	N	1	06	6	11	53	24	5	14
Wed.6	04	38	4	1	12	5	53	29	1	40	53	0	14
12	05	37	5	1	18	4	53	33	6	41	52	0	14
18	06	36	6	1	24	3	53	38	1	42	51	0	14
24	0	12	07	35	N	1	30	2	11	53	42	7	03
Thur.6	08	34	9	1	36	1	53	47	2	43	50	0	03
12	09	34	0	1	42	0	53	51	8	44	49	0	03
18	10	33	2	1	47	9	53	56	3	45	48	0	03
24	11	32	3	1	53	8	54	00	9	46	47	0	03

Sun's SD 16'0

Date	SUNSET																
	South Latitude						North Latitude										
Mar.	60°	55°	50°	45°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°
1	19	2	19	0	18	9	18	8	18	7	18	5	18	4	18	3	18
6	18	9	18	8	18	7	18	6	18	6	18	5	18	4	18	3	18
11	18	7	18	6	18	5	18	4	18	4	18	3	18	3	18	2	18
16	18	4	18	4	18	3	18	3	18	3	18	2	18	2	18	2	18
21	18	2	18	2	18	2	18	2	18	2	18	2	18	2	18	2	18
26	17	9	17	9	18	0	18	0	18	0	18	1	18	1	18	1	18
31	17	7	17	7	17	8	17	8	17	9	18	0	18	1	18	1	18

Moon's Phases: Full Moon 23^d 12^h 01^m Last Quarter 31^d 15^h 17^m

- Masa diberi dalam UT1 bagi sela 6 jam
- Dec adalah singkatan bagi perkataan *Declination*.
- *Declination* adalah sudut matahari dengan Khatulistiwa (samaada utara atau selatan)
- Nilai Dec hendaklah di-interpolasi ke waktu sebenar (UT1) yang dikira



Almanak Bulan

1. Almanak bulan boleh diperolehi daripada laman web *Jet Propulsion Lab* (JPL) olwh NASA.

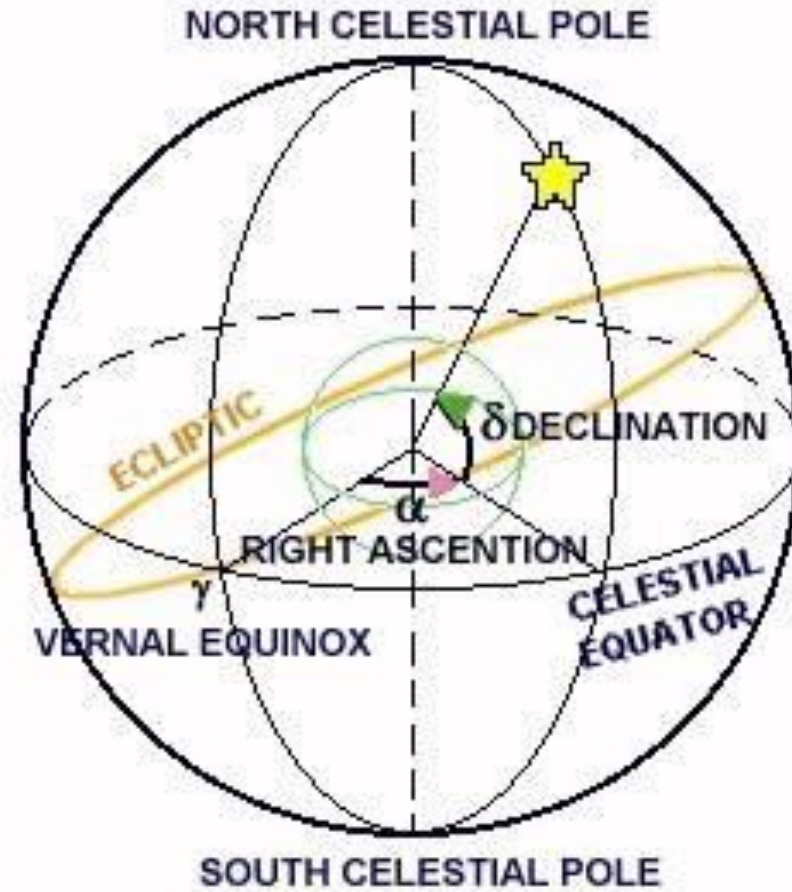
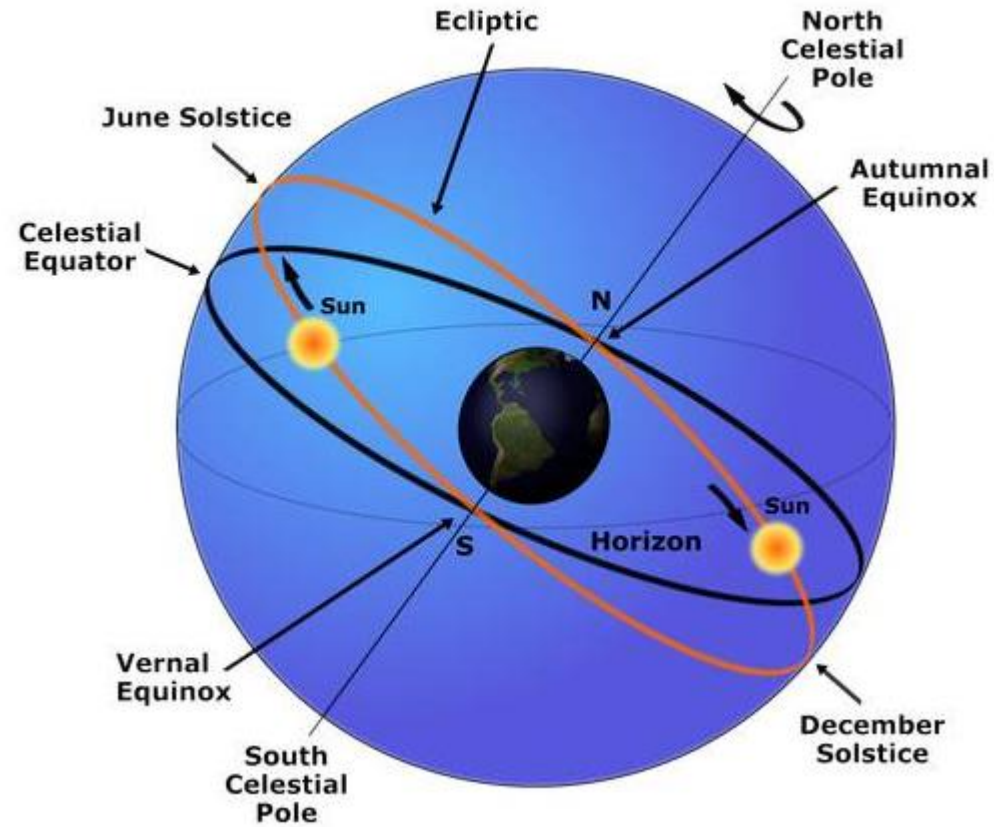
```
Center pole/equ : High-precision EOP model      {East-longitude +}
Center radii   : 6378.1 x 6378.1 x 6356.8 km    {Equator, meridian, pole}
Target primary : Earth
Vis. interferer : MOON (R_eq= 1737.400) km      {source: DE431mx}
Rel. light bend : Sun, EARTH                   {source: DE431mx}
Rel. lght bnd GM: 1.3271E+11, 3.9860E+05 km^3/s^2
Atmos refraction: NO (AIRLESS)
RA format      : HMS
Time format    : CAL
EOP file       : eop.160304.p160526
EOP coverage   : DATA-BASED 1962-JAN-20 TO 2016-MAR-04. PREDICTS-> 2016-MAY-25
Units conversion: 1 au= 149597870.700 km, c= 299792.458 km/s, 1 day= 86400.0 s
Table cut-offs 1: Elevation (-90.0deg=NO), Airmass (>38.000=NO), Daylight (NO)
Table cut-offs 2: Solar Elongation ( 0.0,180.0=NO ), Local Hour Angle( 0.0=NO )
*****
Date__(UT)__HR:MN   R.A._(ICRF/J2000.0)_DEC  APmag  S-brt      delta      deldot      S-O-T /r      S-T-O
*****
$$SOE
2016-Mar-05 00:00   19 25 49.17 -17 17 09.0  -8.50   5.91 0.00254226039223  -0.0713330  54.2465 /L 125.6341
2016-Mar-06 00:00   20 22 09.52 -15 25 06.3  -7.74   6.16 0.00250164406185  -0.0683492  41.6053 /L 138.2984
2016-Mar-07 00:00   21 19 06.67 -12 34 49.4  -6.79   6.35 0.00246445986978  -0.0594479  28.5035 /L 151.4282
2016-Mar-08 00:00   22 16 17.78 -08 53 49.7  -5.61   6.18 0.00243403809194  -0.0450767  14.9846 /L 164.9788
2016-Mar-09 00:00   23 13 30.67 -04 35 05.1  -4.14   2.13 0.00241319479185  -0.0265682   1.1673 /L 178.8297
2016-Mar-10 00:00   00 10 44.67 +00 03 59.1  -5.43   6.07 0.00240374876210  -0.0059978  12.9014 /T 167.0678
2016-Mar-11 00:00   01 08 06.84 +04 43 23.7  -6.72   6.36 0.00240619645447   0.0142139  26.9695 /T 152.9676
2016-Mar-12 00:00   02 05 45.42 +09 03 00.2  -7.76   6.18 0.00241966542799   0.0318375  40.9186 /T 138.9900
2016-Mar-13 00:00   03 03 42.56 +12 44 52.3  -8.61   5.91 0.00244216722152   0.0452994  54.6214 /T 125.2638
2016-Mar-14 00:00   04 01 48.86 +15 35 06.2  -9.28   5.63 0.00247105474068   0.0539067  67.9930 /T 111.8750
2016-Mar-15 00:00   04 59 41.88 +17 24 56.8  -9.84   5.38 0.00250352859573   0.0577983  80.9931 /T  98.8644
2016-Mar-16 00:00   05 56 49.87 +18 11 03.7 -10.30   5.14 0.00253705551660   0.0577092  93.6200 /T  86.2342
2016-Mar-17 00:00   06 52 39.45 +17 55 01.9 -10.69   4.92 0.00256962742712   0.0546740 105.8986 /T  73.9591
2016-Mar-18 00:00   07 46 44.15 +16 42 18.2 -11.03   4.70 0.00259985471896   0.0497608 117.8691 /T  61.9987
2016-Mar-19 00:00   08 38 50.02 +14 40 51.9 -11.35   4.48 0.00262692645640   0.0438801 129.5768 /T  50.3068
2016-Mar-20 00:00   09 28 57.16 +12 00 01.4 -11.64   4.26 0.00265048365691   0.0376740 141.0655 /T  38.8387
2016-Mar-21 00:00   10 17 17.76 +08 49 29.7 -11.92   4.02 0.00267045012265   0.0314781 152.3728 /T  27.5559
2016-Mar-22 00:00   11 04 12.63 +05 18 51.5 -12.20   3.77 0.00268685802193   0.0253391 163.5267 /T  16.4294
2016-Mar-23 00:00   11 50 07.75 +01 37 18.2 -12.47   3.51 0.00269969716366   0.0190765 174.5083 /T   5.4766
2016-Mar-24 00:00   12 35 31.44 -02 06 26.4 -12.46   3.51 0.00270880870188   0.0123726 174.3374 /L   5.6475
2016-Mar-25 00:00   13 20 52.36 -05 44 03.9 -12.17   3.77 0.00271383562141   0.0048765 163.5133 /L  16.4427
2016-Mar-26 00:00   14 06 37.86 -09 07 37.1 -11.89   4.02 0.00271423386837  -0.0036922 152.6763 /L  27.2525
```

- Masa diberi dalam UTC pada Ojam setiap hari
- Seperti almanak matahari, Dec adalah singkatan bagi perkataan *Declination*.
- R.A adalah singkatan bagi *Right Ascension*. R.A adalah sudut (pada permukaan Khatulistiwa) antara meridian *First Point of Aries* dan meridian yang melintasi bulan
- Nilai Dec dan R.A hendaklah di-interpolasi ke waktu sebenar (UTC) yang dikira

Koordinat Objek Samawi

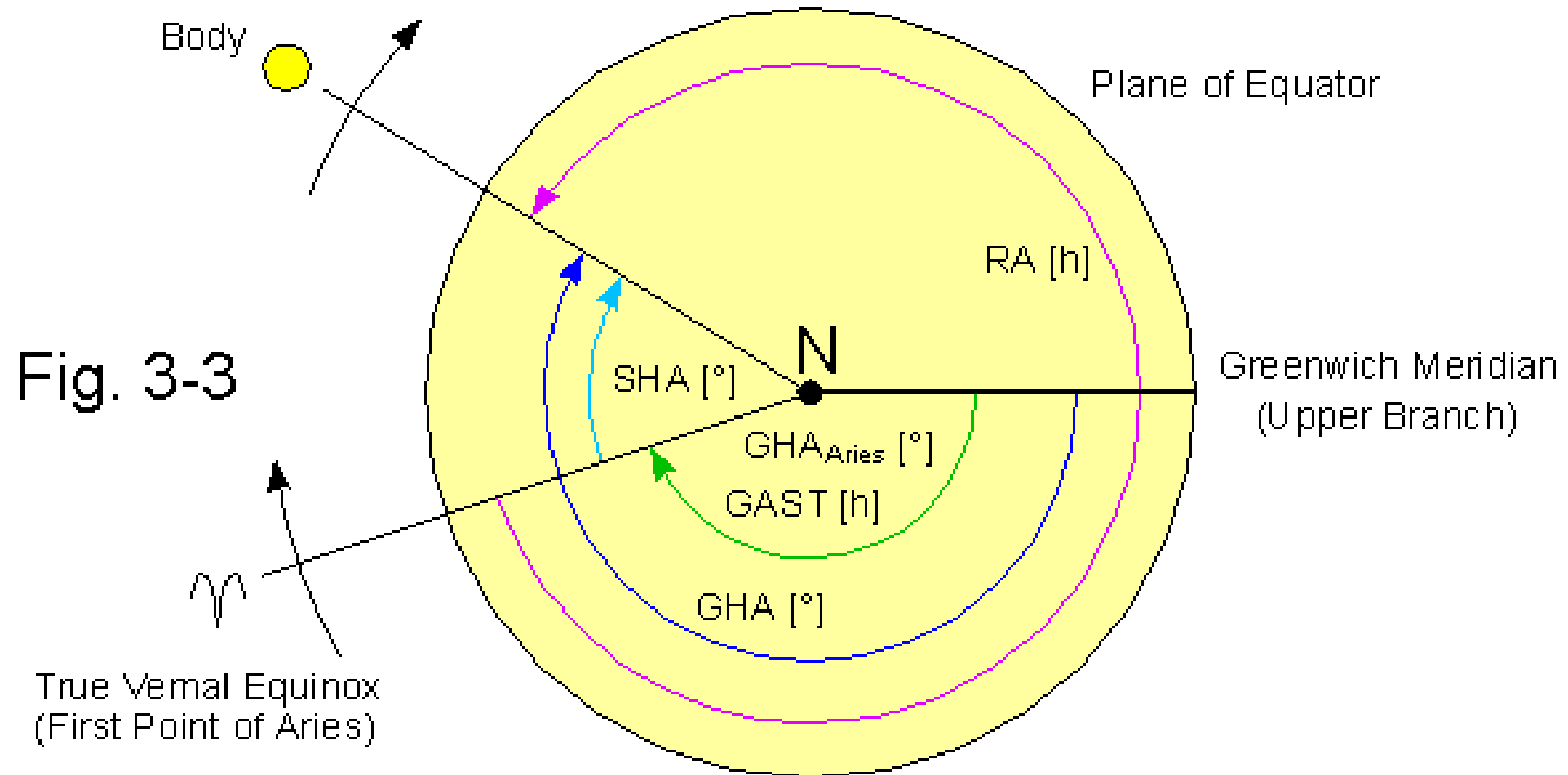
1. Koordinat objek samawi diberi dalam bentuk R.A dan Dec.

Greenwich
Sidereal Time ?



Koordinat Objek Samawi.... samb

1. Koordinat objek samawi diberi dalam bentuk R.A dan Dec.



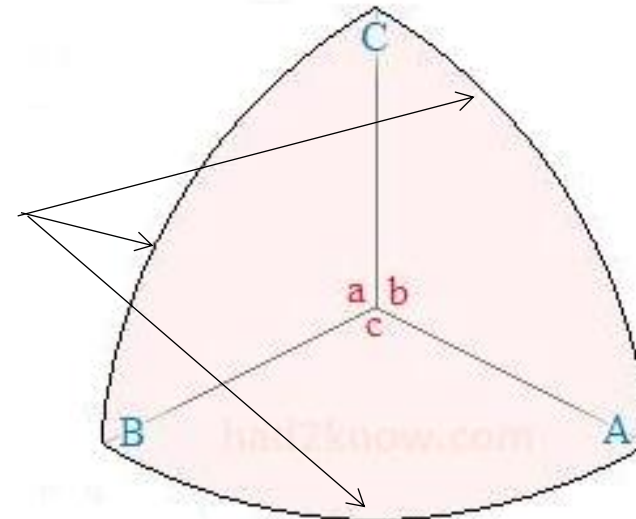
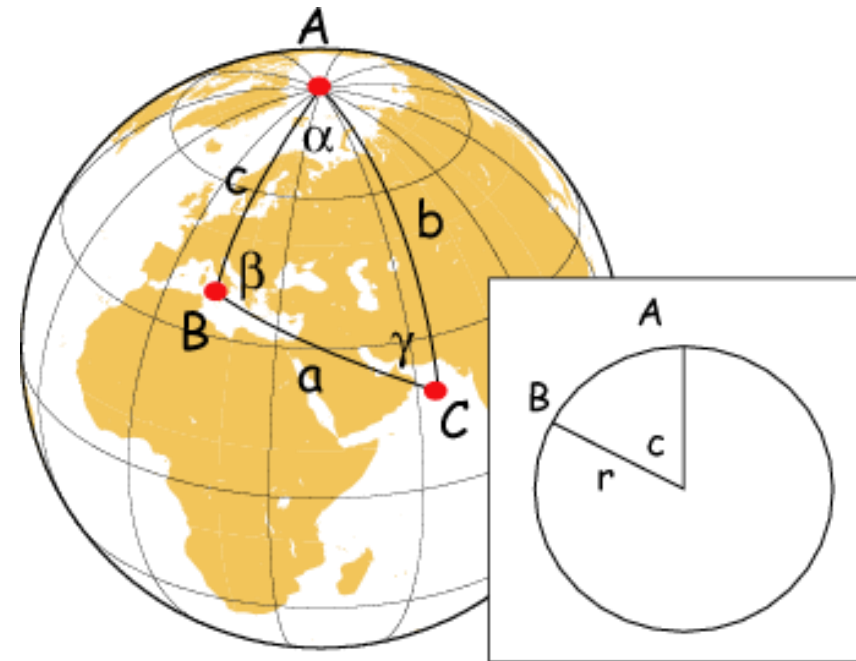
Hitungan

1. Spherical Trigonometry
2. Geodesi

Spherical Trigonometry

1. $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$
2. $\cos b = \cos c \cos a + \sin c \sin a \cos B$
3. $\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C$
4. $\cos A = -\cos B \cos C + \sin B \sin C \cos a$
5. $\cos B = -\cos C \cos A + \sin C \sin A \cos b$
6. $\cos C = -\cos A \cos B + \sin A \sin B \cos c$
7. $\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin c}$

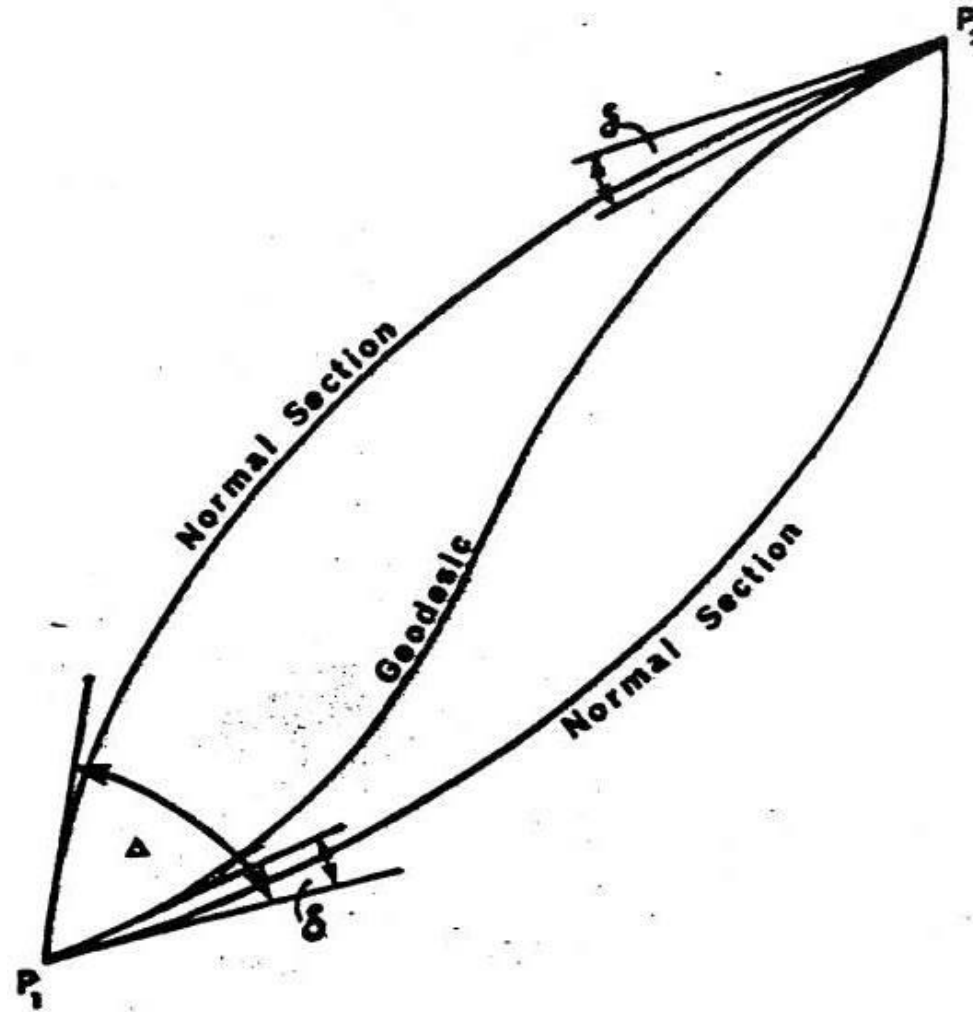
- Ketiga-tiga arca sebahagian daripada bulatan besar dengan atas sfera



Geodesi

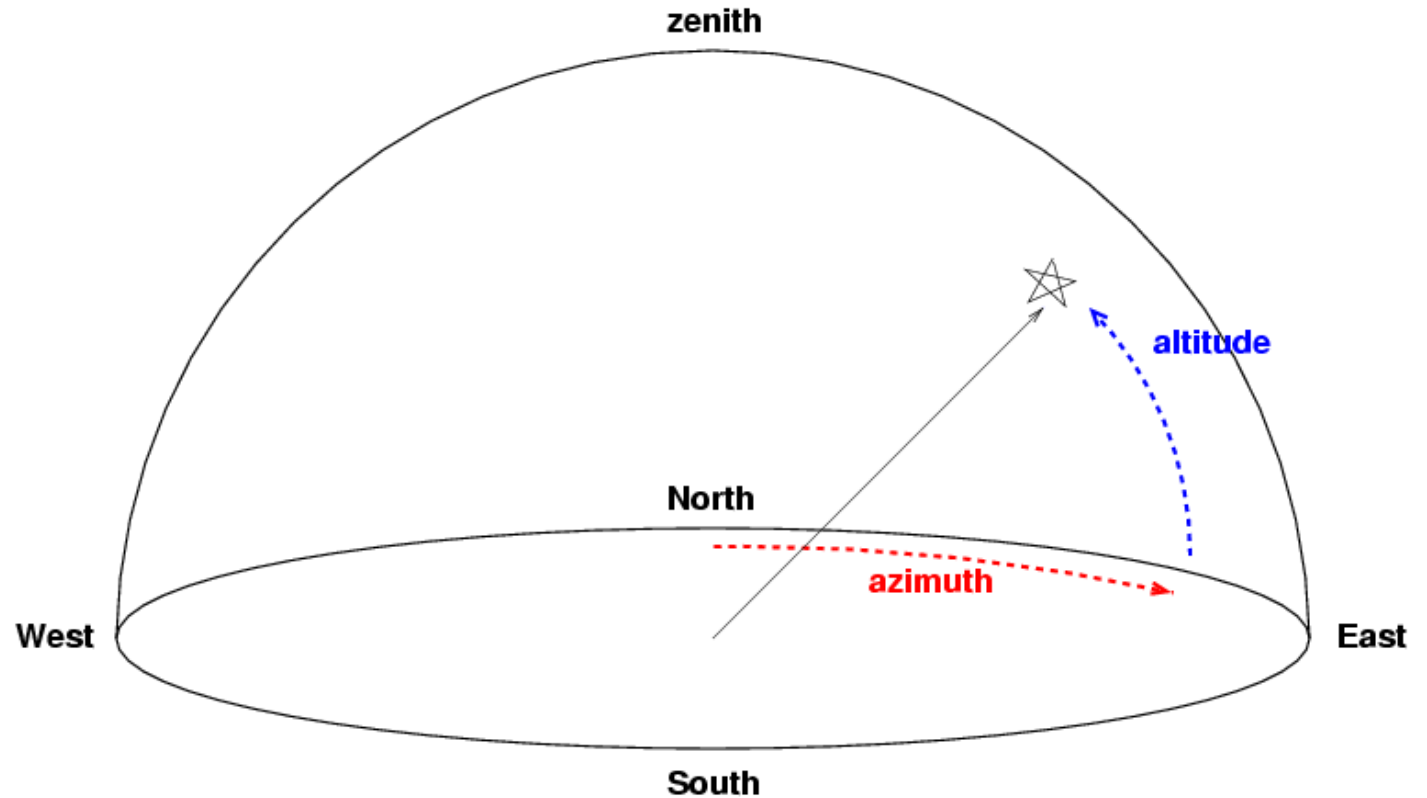
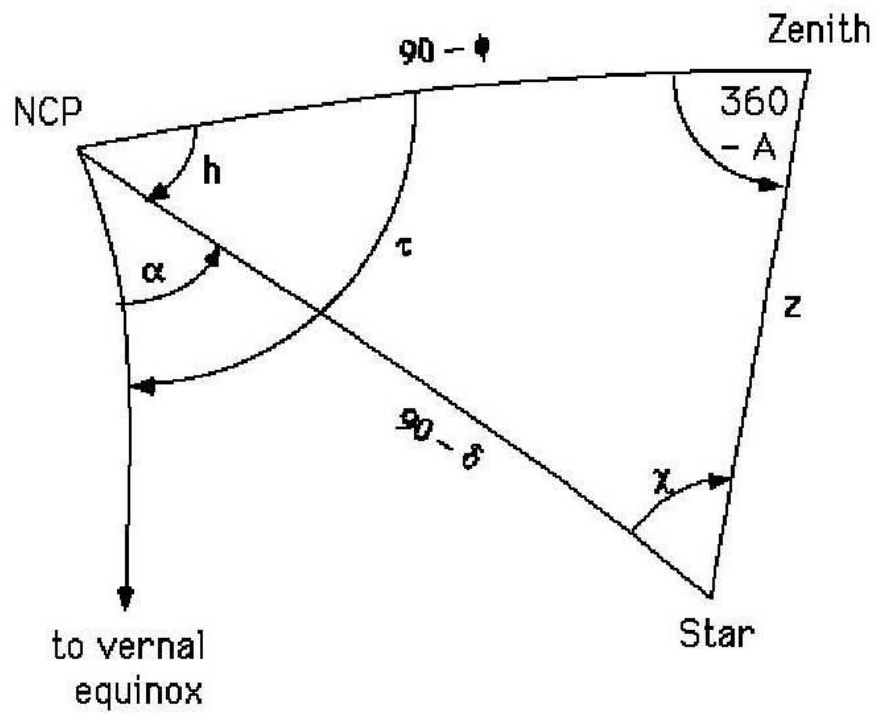
1. Azimuth geodetik;

$$\alpha_G = \tan^{-1} \frac{[(N\Delta\lambda'\cos(\phi_m)]}{[(M\Delta\phi'\cos(\lambda/3)]} - \frac{1}{2} [\Delta\lambda\sin(\phi_m)\sec(\frac{\Delta\phi}{2})] + F\Delta\lambda^3$$



Geodesi

2. Azimuth astronomi; $A = \cos^{-1} \frac{\sin(\delta) - \sin(\Phi)\sin(h)}{\cos(\Phi)\cos(h)}$



Aplikasi Ilmu Falak

- a. Penentuan arah kiblat (azimuth) dan bayangan arah kiblat (rashdul kiblat)
- b. Penentuan waktu solat
- c. Penentuan awal bulan (khususnya bulan Qomariyah atau Hijriyah)
- d. Penentuan gerhana (matahari / bulan)



Geocentric Ephemeris for Moon : 2016

00:00 UTC (Coordinated Universal Time)

Date (0 UT)	Apparent			Distance km	Hor. Par. "	Ang. Diam. "	----Libration----			Sun Colng	P.A. Limb	Phase Age days	Phase Illum	Solar Elong	Lunar_Events
	R.A. h m s	Declination ° ' "					l	b	c						
Mar 01	15 55 43.77	-15 20 46.5	400785	3282.7	1788.2	-5.2	-6.3	12.5	174.2	101.0	21.4	0.595	100.8W	LAST 23:12	
Mar 02	16 45 48.99	-17 04 45.1	396956	3314.3	1805.5	-6.2	-6.7	7.6	186.4	97.3	22.4	0.498	89.6W		
Mar 03	17 37 45.84	-18 02 46.7	392103	3355.4	1828.0	-6.9	-6.8	2.2	198.6	93.3	23.4	0.399	78.2W	MAX.S 14:20	
Mar 04	18 31 29.85	-18 07 58.2	386452	3404.4	1854.7	-7.2	-6.6	356.5	210.8	89.1	24.4	0.301	66.4W		
Mar 05	19 26 44.11	-17 15 05.1	380351	3459.0	1884.4	-7.1	-6.0	350.8	222.9	84.9	25.4	0.209	54.2W		
Mar 06	20 23 02.83	-15 21 55.3	374251	3515.4	1915.1	-6.6	-5.0	345.5	235.1	80.9	26.4	0.127	41.6W		
Mar 07	21 19 58.11	-12 30 42.5	368670	3568.6	1944.0	-5.7	-3.8	341.0	247.4	77.6	27.4	0.061	28.5W		
Mar 08	22 17 07.52	-08 49 02.1	364114	3613.3	1968.3	-4.4	-2.2	337.6	259.6	75.4	28.4	0.017	15.0W		
Mar 09	23 14 19.32	-04 29 54.4	361001	3644.5	1985.4	-2.9	-0.5	335.5	271.8	85.7	29.4	0.000	1.2W	NEW 01:56	
Mar 10	00 11 33.07	+00 09 13.7	359592	3658.7	1993.2	-1.1	1.3	335.1	284.0	251.0	0.9	0.013	12.9E	PERI 07:03	
Mar 11	01 08 55.92	+04 48 22.9	359954	3655.1	1991.3	0.7	3.0	336.3	296.2	252.2	1.9	0.055	27.0E		
Mar 12	02 06 35.97	+09 07 25.4	361960	3634.8	1980.2	2.4	4.5	339.0	308.4	254.2	2.9	0.123	40.9E		
Mar 13	03 04 35.06	+12 48 26.2	365317	3601.4	1962.0	4.0	5.7	343.1	320.6	257.1	3.9	0.211	54.6E		
Mar 14	04 02 43.34	+15 37 34.5	369635	3559.3	1939.1	5.2	6.4	348.2	332.8	260.7	4.9	0.314	68.0E		
Mar 15	05 00 37.93	+17 26 09.7	374492	3513.2	1913.9	6.1	6.8	354.0	345.0	265.0	5.9	0.423	81.0E	FIRST 17:04	
Mar 16	05 57 46.73	+18 10 56.9	379506	3466.7	1888.6	6.6	6.8	0.0	357.2	269.4	6.9	0.533	93.6E	MAX.N 05:02	
Mar 17	06 53 36.27	+17 53 36.8	384376	3422.8	1864.7	6.8	6.4	5.9	9.3	273.9	7.9	0.638	105.9E		
Mar 18	07 47 40.19	+16 39 41.3	388900	3383.0	1843.0	6.7	5.7	11.3	21.5	278.1	8.9	0.735	117.9E		
Mar 19	08 39 44.82	+14 37 13.5	392956	3348.1	1824.0	6.2	4.7	16.0	33.7	281.8	9.9	0.819	129.6E		
Mar 20	09 29 50.59	+11 55 34.0	396490	3318.2	1807.7	5.5	3.5	19.8	45.8	285.0	10.9	0.889	141.1E		
Mar 21	10 18 09.96	+08 44 27.0	399486	3293.3	1794.2	4.5	2.2	22.5	58.0	287.8	11.9	0.943	152.4E		
Mar 22	11 05 03.97	+05 13 27.3	401946	3273.2	1783.2	3.4	0.8	24.3	70.2	290.7	12.9	0.980	163.5E	A.NOD 12:59	
Mar 23	11 50 58.71	+01 31 46.0	403872	3257.6	1774.7	2.2	-0.7	25.0	82.3	298.7	13.9	0.998	174.5E	FULL 12:02	
Mar 24	12 36 22.54	-02 11 53.1	405243	3246.6	1768.7	0.9	-2.1	24.6	94.5	96.9	14.9	0.998	174.3W		
Mar 25	13 21 44.09	-05 49 12.3	406006	3240.5	1765.4	-0.5	-3.4	23.3	106.6	103.1	15.9	0.980	163.5W	APO 14:17	
Mar 26	14 07 30.61	-09 12 14.7	406074	3239.9	1765.1	-1.8	-4.5	20.9	118.8	103.0	16.9	0.944	152.7W		
Mar 27	14 54 06.53	-12 13 20.0	405343	3245.8	1768.3	-3.2	-5.5	17.7	131.0	101.4	17.9	0.894	141.8W		
Mar 28	15 41 51.84	-14 45 01.5	403714	3258.9	1775.3	-4.4	-6.2	13.7	143.1	98.9	18.9	0.828	130.9W		
Mar 29	16 31 00.31	-16 40 07.8	401118	3279.9	1786.8	-5.5	-6.6	9.0	155.3	95.7	19.9	0.751	120.0W		
Mar 30	17 21 37.93	-17 51 52.5	397532	3309.5	1803.0	-6.5	-6.8	3.8	167.5	92.0	20.9	0.662	108.8W	MAX.S 22:13	
Mar 31	18 13 42.07	-18 14 15.6	392992	3347.8	1823.9	-7.2	-6.7	358.3	179.7	88.0	21.9	0.566	97.4W	LAST 15:18	
Apr 01	19 07 02.30	-17 42 36.8	387617	3394.2	1849.2	-7.6	-6.2	352.7	191.8	83.8	22.9	0.464	85.7W		
Apr 02	20 01 23.25	-16 14 20.3	381635	3447.4	1878.2	-7.7	-5.4	347.4	204.0	79.6	23.9	0.360	73.6W		
Apr 03	20 56 29.17	-13 49 45.2	375396	3504.7	1909.3	-7.3	-4.3	342.7	216.3	75.7	24.9	0.259	61.1W		
Apr 04	21 52 08.89	-10 32 55.9	369366	3561.9	1940.4	-6.6	-2.9	338.9	228.5	72.3	25.9	0.167	48.1W		
Apr 05	22 48 19.11	-06 32 23.2	364079	3613.7	1968.5	-5.4	-1.2	336.3	240.7	69.2	26.9	0.089	34.7W	D.NOD 17:27	
Apr 06	23 45 04.95	-02 01 23.7	360049	3654.1	1990.6	-3.8	0.5	335.1	252.9	65.6	27.9	0.033	20.9W		
Apr 07	00 42 36.85	+02 42 22.4	357691	3678.2	2003.8	-1.9	2.3	335.6	265.1	52.7	28.9	0.004	7.0W	NEW 11:25	
Apr 08	01 41 04.35	+07 18 13.1	357244	3682.8	2006.4	0.1	3.9	337.7	277.3	270.4	0.5	0.005	8.1E		
Apr 09	02 40 28.11	+11 24 48.9	358732	3667.5	1998.0	2.1	5.2	341.3	289.6	262.2	1.5	0.037	22.1E		
Apr 10	03 40 32.56	+14 43 16.8	361967	3634.7	1980.1	4.0	6.1	346.2	301.8	263.3	2.5	0.096	36.0E		
Apr 11	04 40 43.37	+17 00 03.1	366584	3589.0	1955.2	5.5	6.7	352.0	314.0	266.6	3.5	0.177	49.7E		
Apr 12	05 40 12.53	+18 08 36.5	372109	3535.7	1926.2	6.7	6.7	358.2	326.2	270.7	4.5	0.273	62.9E	MAX.N 12:13	
Apr 13	06 38 10.28	+18 09 30.2	378041	3480.2	1895.9	7.4	6.4	4.3	338.4	275.1	5.5	0.377	75.7E		
Apr 14	07 33 58.29	+17 08 50.0	383926	3426.8	1866.9	7.6	5.8	10.0	350.6	279.3	6.5	0.484	88.0E	FIRST 04:01	
Apr 15	08 27 17.72	+15 15 58.7	389408	3378.6	1840.6	7.4	4.8	14.9	2.8	283.2	7.5	0.587	99.9E		