

Resulta en consecuencia que el tiempo transcurrido desde el paso del sol por su perigeo hasta el instante del equinoccio, son 79.^a 213894847
 Dias de los años anomalísticos complet. 2263076, 549234921
 Dias de los años julianos, quitados los 12 que para el año dado ha suprimido la reforma 2263155, 763129768
 Dias del año 1876. 78, 703129768
 Por ser bisiesto el año se cuenta hasta fin de Febrero. 69
 Luego el equinoccio de primavera se ha verificado en Marzo á los 18.^a 13.^m 54.^s 4119552; y en tiempo civil el 20 de Marzo á las 6.^h 18.^m 54.^s 4119552 de la mañana.

CAPÍTULO XI.

REVOLUCIONES ANOMALÍSTICA Y SINÓDICA DE LA LUNA.—TABLA DE LAS EPACTAS ASTRONÓMICAS.—MODO DE CALCULAR EN CUALQUIERA ÉPOCA LOS NOVILUNIOS Y PLENILUNIOS MEDIOS Y SI HAN SIDO Ó PUEDEN SER SOLÁPTICOS.—PRIMER MERIDIANO.

54. Si en los términos de la resta y division, que verificamos [16] para obtener la revolucion sideral del sol, corremos la coma siete lugares hacia la derecha, y añadimos al sustraendo el complemento aritmético de las diez últimas cifras de (u) (23) y la cantidad [e] [20], ambas multiplicadas por 10.¹⁵ tendremos: (u) (23) × 10.¹⁵ 752549779885

Complemento de las diez últimas cifras 745020115

[e] [20] × 10.¹⁵ 239520

El sustraendo (q) (16) multiplic. por 10.⁷ 6496595292622, 2256

Suma 6504045752257, 2256

El minuendo multip. por 10.⁷ 40979146112660563, 5584

Difer. 40972642066908306, 3333

Esta diferencia reducida á segundos y partida por 6712126400000000 da para el año sideral en dias siderales el valor: 2458358521014498380

6712126400000000

363.^a 2562916, y en dias solares medios 365.^a 2562916, (a) quedando una resta de 40140" = 669.

55. Esta revolucion sideral del sol partimosla por la revolucion sideral de la luna, que según lo dicho (16) es de

27.^a 321661, y tendremos que la primera contiene á la segunda 365,2562916 ÷ 27,321661 = 13,368744 [a] veces, quedando una resta

de 0.^a 000000036216. Juntado ahora esta resta con la diferencia entre el año sideral obtenido (16) y el que acabamos de obtener, resulta la fracción de dia 0.^a 000066636216. [b]

Disminuyamos tambien la revolucion sideral de la luna en la fraccion 0.^a 0000667. (c) Tendremos entonces: 27.^a 321661 — 0.^a 0000667 = 27.^a 3215943. [d]

Hagamos ahora que la revolucion sideral del sol (a) del párrafo anterior tenga idénticas sus últimas tres decimales con las tres últimas de esta revolucion lunar; la fraccion anterior (b) se convertirá en 0.^a 0000639 (b) pues 365,2563582 — 365,2562943 = 0,0000639

Por la revolucion lunar, (d) así disminuida, partiendo 21600', que es el valor de la circunferencia en minutos, resulta: 21600' ÷ 27,3215943 = 790,583439707982

Restemos de este cociente el movimiento diurno de perigeo lunar (j) (22) 6,684461111044

y tendremos la diferencia. 783,898978596938

por la cual partiendo la circunferencia expresada en minutos, y sacando hasta doce cifras decimales, se tiene para la duración de la revolucion anomalística de la luna: 21600' ÷ 27.^a 554570920172, la que, si añadimos el

complemento de sus tres últimas cifras 0.00000000828, (1) quedará de 27.^a 554570921 [e] = 27.^a 13.^m 18.^s 34.^s 9275744 [1]

56. Del número de revoluciones lunares marcado (a) en el párrafo anterior quitamos una, y su número de dias aumentado con la fraccion marcada [d] repartámosle entre las revoluciones que quedan, y será: 13,368744 — 1 = 12,368744 [a]

Mas la revolucion que se quita, teniendo 27,321661, con la fraccion (d) será 27,321661000828, que repartidos entre 12,368744 revoluciones, tocará á cada una: 2,208927681. Luego sumando este cociente con los dias de cada revolucion sideral,

(1) La Caille hace la revolucion anomalística de la luna de 27.^a 13.^m 18.^s 34.^s (La Caille *Leçons elementaires d'Astr.* pag. 356); pero Riccioli con mas exactitud la hace de 27.^a 13.^m 18.^s 34.^s 91666 (Véase Tosca, *Comp. Matem. Tom. VII, Lib. III, pag. 319.*)

las 12,368744 revoluciones serán cada una de 27,^a 321661 + 2,208927681, ó de 29,^a 530588681 [b] Esta es la que se llama *revolucion sinódica* de la luna ó *lunacion*. Es pues la lunacion de 29^a-12^h-44^m-2,^s 8620384, [1] y la relacion entre ambas revo-

luciones anomalística y sinódica es: $\frac{27,554570921}{29,530588681} = 0,933086(c)$

57. Así, 12 revoluciones sinódicas se verifican en..... 354,367064172 dias que hacen un *año lunar*, y lo que falta para 365 dias que tiene el *año civil comun* serán 10,^a 632935828(a) Ahora bien, si prolongamos el tiempo mas allá del año 1 de la creacion que fué bisiesto, veremos que en el año 0, que se debe reputar comun, el equinoccio de otoño correspondió á 365^a-15,^a 117307817 = 349,^a 882692183, es decir, al 16 de Diciembre á 21^h 11^m 4,^s 6046112, tiempo medio contado en el primer meridiano. Pues correspondiendo la longitud primitiva del perigeo solar al último instante de los 365 dias del año 0, se tiene que de esta longitud 6° 15' 21" 57,"2 el exceso sobre 6° exactos en que habria tenido lugar el equinoccio, y que es de 15°-21'-57,"2 lo habria recorrido el sol en 15,^a 123012118. Restando pues estos dias de 365, y añadiendo á la resta el tiempo que tarda la luz en llegar á la tierra se tiene 365,^a-15,^a 123012118 + 0,^a 005704361 = 349,^a 882692183 = 365^a-15,^a 11707817. A estos 15,^a 117307817 anteriores al instante que nos sirva de *época*, que fué el último del año 0 y en el cual se tenia 0^h-0^m-0^s en el primer meridiano, agreguemos las fracciones (c) y (b) del párrafo 55, y de la suma quitemos el valor de (a) anterior y será: 15,^a 117307817 + 0,^a 0000667 + 0,^a 0000639 - 10,^a 632935828 = 15,117438417 - 10,632935828 = 4,^a 484502589. Estos cuatro dias con su fraccion constituyen la raiz primitiva de los novilunios medios.

58. Si pues dividimos ya por la duracion de la revolucion sinódica de la luna todos los números que en la tabla primera expresan los *dias de los años y meses julianos*, y las restas que van quedando de las divisiones las escribimos enfrente de los meses y años correspondientes, y á la derecha de dichas restas asentamos los cocientes respectivos, que expresan el número de las lunaciones transcurridas, tendremos formada de este modo la siguiente tabla que nos servirá para calcular en cualquiera época los novilunios y plenilunios medios, y si ellos han sido ó pueden ser eclípticos.

[1] Briot dice que la revolucion sinódica es de 29^a-12^h-44^m-2,^s 8620384 (Briot, *Leçons de Cosmographie* pag. 97.)

93
TABLA DE LAS EPACTAS ASTRONÓMICAS.

Años del Mundo	Raiz primitiva de los plenilunios medios		19, ^a 249796929		Lunaciones
	Epactas	Lunaciones	Raíces de las lunaciones.	Novilun. 3,085287 Plenilun. 2,618744	
B 1	11, ^a 632935828	12			
2	22, 265871656	24			
3	3, 368218803	37			
4	14, 001154631	49			
B 5	25, 634090459	61			
6	6, 736437606	74			
7	17, 369373434	86			
8	28, 002309262	98			
B 9	10, 104656409	111			
10	20, 737592237	123			
11	1, 839939384	136			
12	12, 472875212	148			
B 13	24, 10581104	160			
14	5, 208158187	173			
15	15, 841094015	185			
16	26, 474029843	197			
B 17	8, 57637699	210			
18	19, 209312818	222			
19	0, 311659965	235			
20	10, 944595793	247			
40	21, 889191586	494			
60	3, 303198698	742			
80	14, 247794491	989			
100	25, 192390284	1236			
200	20, 854191887	2473			
300	16, 51599349	3710			
400	12, 177795093	4947			
500	7, 839596696	6184			
600	3, 501398309	7421			
700	28, 693788593	8657			
800	24, 355590186	9894			
900	20, 017391789	11131			
1000	15, 679193392	12368			
2000	1, 827798103	24737			
3000	17, 506991495	37105			
4000	3, 655596206	49474			
5000	19, 334789598	61842			
6000	5, 483394309	74211			

Año comun		Lunaciones
Meses	Epactas	
Enero	1, ^a 469411319	1
Febrero	29, 469411319	1
Marzo	1, 408233957	3
Abril	1, 877645276	4
Mayo	3, 347056595	5
Junio	3, 816467914	6
Julio	5, 285879233	7
Agosto	6, 755290552	8
Setiembre	7, 224701871	9
Octubre	8, 69411319	10
Noviembre	9, 163524509	11
Diciembre	10, 632935828	12

Año bisiesto		Lunaciones
Meses	Epactas	
Enero	1, ^a 469411319	1
Febrero	0, 938822638	2
Marzo	2, 408233957	3
Abril	2, 877645276	4
Mayo	4, 347056595	5
Junio	4, 816467914	6
Julio	6, 285879233	7
Agosto	7, 755290552	8
Setiembre	8, 224701871	9
Octubre	9, 69411319	10
Noviembre	10, 163524509	11
Diciembre	11, 632935828	12

Días de las lunaciones.	
1/2	14, ^a 76529434
1	29,530588681
2	59,061177362
3	88,591766043
4	118,122354724
5	147,652943405
6	177,183532086

Raiz primitiva de los novilunios med. . . . 4,^a 484502589.

59. Pero antes de indicar el uso de esta tabla, del número de revoluciones lunares marcado (a) en el pár. 56 restemos el complemento aritmético de su parte decimal, y será: $12,368744 - 0,631256 = 11,737488$. Dividamos esta cantidad en dos partes iguales, restando despues de una de ellas el mismo complemento: la una será $5,868744$ (a) y la otra $5,868744 - 0,631256 = 5,237488$. Dividamos tambien esta en dos partes iguales, añadiendo á una de ellas la mitad de la relacion (c) del mismo párrafo, y serán la una $2,618744$ (b), y la otra $2,618744 + 0,466543 = 3,085287$ (c). Restemos, ademas, el complemento de la parte decimal de (b) anterior de la relacion dicha, y será: $0,933086 - 0,381256$ (d) = $0,55183$ (e). Finalmente agrégüemos á (e) el complemento de las cuatro últimas decimales de (c) anterior y tomemos el complemento de la suma para añadirlo á (d), y será: $0,004713 + 0,55183 = 0,556543$ (f); su complemento $0,443457$ añadido á $0,381256$ da $0,824713$ (g); y el complemento de las últimas cinco cifras de (d) añadido á (f) da: $0,018744 + 0,556543 = 0,575287$ (h).

60. Esto supuesto, para hallar el instante en que se verifica un novilunio medio en cualquier mes de un año dado, si este fuere anterior á la reforma gregoriana, sümense la raiz primitiva de los novilunios medios que va al calce de la tabla y las epactas que corresponden á los años transcurridos del mundo y al mes inmediato anterior al propuesto: la suma en contrada réstese del número próximo mayor de los días de las lunaciones que van asentados en la misma tabla, y la resta expresará en tiempo medio contado en el primer meridiano lo que falta para el novilunio que se pide. Si el año dado del mundo fuere posterior á la reforma gregoriana, de la suoma expresada se quitarán antes los días que la reforma hubiere suprimido, y se hará despues la resta como se ha dicho. Si se pidiere el tiempo del plenilunio medio, escribáse desde luego la raiz primitiva de los plenilunios que es la de los novilunios aumentada con la mitad de una lunacion, y hágase en o demas como se ha dicho para el novilunio: la resta expresará lo que falta para el plenilunio.

61. Para saber si el novilunio ó plenilunio de que se trata es ó no eclíptico, escribáse á la derecha de la raiz primitiva de los novilunios ó plenilunios la raiz de las lunaciones que corresponda de las dos marcadas en el pár. 59 (b) y (c), sirviendo la primera para los plenilunios y la segunda para los novilunios. Despues, al asentar las epactas de los años y meses váyanse escribiendo tambien á su derecha el número de lunaciones que á ellos corresponden, y escribáse al fin la

Raiz primitiva de los novilunios medios . . . 4. 181502529

lunacion ó lunaciones completas que resulten de la suma de las epactas. Sumando en seguida todos los números que expresan las lunaciones transcurridas, y partiendo la suma por $5,868744$ [a] [59], véase: si la resta, ó la diferencia entre esta y el divisor fuere menor que la cantidad [e] $0,55183$ del mismo párrafo, el eclipse de sol será seguro: si fuere mayor que (e) y menor que $0,824713$ (g) el eclipse de sol será dudoso; y si fuere mayor que (g) el eclipse de sol será imposible. Del mismo modo, si la resta, ó la diferencia entre esta y el divisor fuere menor que $0,381256$ marcada (d) en dicho pár., el eclipse de luna será seguro: si fuere mayor que (d) y menor que (h) = $0,575287$, el eclipse de luna será dudoso; y finalmente será imposible si excediere el valor de [h]; debiendo notar que el eclipse así de sol como de luna será tanto mayor, cuanto menor fuere la resta, ó la diferencia entre esta y el divisor. (1)

62. Ejemplo 1º. (Época anterior á la reforma) Quiérese saber el instante del novilunio medio del mes de Diciembre del año del mundo 2164, y si fué ó no eclíptico. Siendo los años completos transcurridos 2193, la tabla anterior da:

Años.	R.	Epactas.	Lunaciones.
2000	4,484502589	—	3,085287
100	1,827798103	—	24737
60	25,192390284	—	1236
3	3,303198698	—	742
	3,368218803	—	37
Nobre.	9,163524509	—	11
	47,339632986	—	1
2 Lun.	59,061177362	—	26767,085287
Días de Dic.	11,721544376	—	

Despues de sumar las diferentes partidas de las epactas, vemos que en $47,339$ & días se contiene una lunacion completa, y añadiendo 1 á las partidas de las lunaciones, sumando, y partiendo la suma por $5,868744$, la resta $5,612646$ quitada del divisor, da la diferencia $0,256098$; y siendo menor esta diferencia que $0,55183$, concluimos que el novilunio fué eclíptico. Ademas, la suma $47,339$ & restada de los días de dos lunaciones, da la diferencia $11,721$ &, y nos dice que el novilunio medio de Diciembre del año del mundo 2164 se verificó á los $11,721$ &. es decir, el día 12 de Diciembre á $17^h-19^m-1^s434$ &.

63. Ejemplo 2º. [Época posterior á la reforma] Quiérese saber el tiempo del plenilunio medio de Abril del año de nues-

(1) Una regla análoga á la presente asienta La Hire, [segun Tosca Comp. Mat. T. VIII, Prop. XXIV,] para conocer los plenilunios y novilunios eclípticos; pero solo desde el año de nuestra era 1701 en adelante, siendo por esto en gran modo limitada y por otra parte demasiado fatigosa.

tra era 1884, y si es ó no eclíptico. Los años del mundo transcurridos siendo $4321 + 1883 = 6204$, la tabla da:

	Años.-R	Epactas.	Lunaciones
Ademas, la resta que queda de dividir la suma de las lunaciones 76739,618744 por	19,249796929		2,618744
5,868744, siendo	6000 — 5,483394309	— 74211	
5,790944, la diferencia entre esta y el divisor, que es 0,0778 menor que 0,381256 nos dice que el eclipse en el plenilunio que se pide es seguro.	200 — 20,854191887	— 2473	
	4 — 14,001154631	— 49	
	Marzo — 2,408233957	— 3	
		61,996771713	1
	Supr. p. la refor. 12		76739,618744
	Días de 2 lun.	49,996771713	
	Plen. en Abril á los 9,064405649	59,061177362	
	Abril á 1 ^h .32 ^m .44,	6480736	

64. *Ejemplo 3º.* (Época posterior á la reforma) Pídase el tiempo del novilunio medio de Enero del año 1701 de nuestra era. Siendo este año al $4321 + 1701 = 6022$, los años completos son 6021, y la tabla anterior da:

	Años.-R	Epactas.
Segun las tablas de La Hire publicadas por Tosca y arregladas al meridiano de Madrid, la epacta, segun estilo gregoriano para el año 1700 completo es: (1)	4,484502589	
	6000 — 5,483394309	
	20 — 10,944595793	
	1 — 11,632935828	
		32,545428519
	Sup. p. la refor. 11	
	21 ^d .13 ^h .29 ^m .34 ^s	21,545428519
La lun. es de 29-12-44 — 2,86	I Lunacion	29,530588681
Nov. de En. á los 7-23-14-28,86	Nov. de En. á los 7,	4985160162
Por nue. tab. á los 7-23-38-37,83		es decir el 8 de Enero.
	Dif. 24-8,97	á 23 ^h .38 ^m .37 ^s .837 &

Esta diferencia nos dice, que sucediendo segun la tabla anterior el novilunio medio 24^m.8^s.975 & mas tarde que en Madrid, el primer meridiano debe encontrarse al oriente de Madrid. Pero entre Madrid y Paris la diferencia de meridianos es de 24^m.9^s expresada en tiempo (2) Además, el equinoccio de primavera del año de nuestra era 1876 dejamos asentado (53) que acaeció el 20 de Marzo á 6^h.18^m.54^s.41 & de la mañana, tiempo medio civil contado en el primer meridiano; y Briot, [3] hablando de este mismo equinoccio, dice que ha tenido

(1) Véase Tosca Comp. Matem. T. VIII, Tab. 30.
 (2) *Connaissance des temps*, pour l' an 1852, pag. 391.
 (3) *Leçons de Cosmographie* pag. 53.

lugar el 20 de Marzo á 6^h.19^m de la mañana, tiempo medio de Paris. Concluimos de aquí que el meridiano de Paris es el primer meridiano y al que deben entenderse arregladas las tablas anteriores de la longitud del sol y de las epactas.

CAPÍTULO XII.

ANTIGUO ECLIPSE DE SOL OBSERVADO EN CHINA.—CALENDARIO DEL PUEBLO HEBREO.—ÉPOCAS CÉLEBRES.—EL DILUVIO.—MONUMENTO MEXICANO CONMEMORATIVO DE ESTE SUCESO.

65. Queda dicho [51] que la longitud del sol para el 12 de Diciembre á 18^h del año del mundo 2164 que es el 4321—2164=2157 antes de N. S. Jesucristo, fué 6^s.29^m.36^s.9, es decir, se hallaba el sol en el último grado de Libra, fuera del signo de Escorpion unos 23'—23,"1 solamente. También queda expresado (62) que el novilunio medio de Diciembre de ese mismo año acaeció el 12 de Diciembre á 17^h.29^m.1^s.4 &, y que ese novilunio fué eclíptico. Este es pues el famoso eclipse de sol observado en China, el mas antiguo que se registra en sus anales. "Los Anales, dice Mr. Delambre, (1) le colocan "en 2159, otros autores en 2128. El P. Gaubil cree que se "puede probar que es de 2155;" &. Cuéntase que los astrónomos Hi y Ho, gobernadores de provincia, descuidaron dar aviso al emperador de este eclipse. "El emperador Tchong-Kang, "irritado de su conducta, ordenó á su general fuese á la cabeza "de sus tropas á castigarlos. El general en su discurso á las "tropas les dice: *El primer día de la luna de otoño, sobre las "ocho horas de la mañana, ha sucedido un eclipse de sol fuera de "la constelacion Fang (El Escorpion)*" &. (2) Ahora bien, ningun otro eclipse de sol de los años próximos anteriores ó posteriores al 2164 se verificó estando los luminares tan cerca del Escorpion. Luego, concluimos de aquí, el célebre eclipse se verificó en Diciembre de—2157.

66. El año de los Hebreos era luni-solar, es decir, era el año lunar ajustado al solar por medio de meses embolismicos ó intercalares. De modo que el año comun era de 12 lunaciones y de 13 el intercalar. Eran los nombres de los meses hebraicos: *Nisan ó Abib, Jar ó Zio, Sibán, Tummuz, Ab, Elul, Thizri ó Ethanim, Bul ó Marchesvan, Casleu, Tebeth, Sabath y Adar.* En los años intercalares el mes Adar era el que se repetía, y era llamado *Ve-Adar* ó segundo Adar. En el año comun los meses eran alternativamente uno de 30 y otro de 29 dias, y en el intercalar habia dos meses consecutivos de 30

(1) *Astron. Ancien.* T. I, pag. 351. (2) *Ibid.*