

12521

DT4/6

Instrucciones para los cálculos  
del Sol, la Luna y varias planetas

S.d.



Instrucción para los cálculos del Sol por las tablas de Le-Verrier.  
 (Anales del Observatorio de Paris, tomo IV.)

Longitud de S. Fernando al O. de Paris . . . . .  $0^{\text{h}} 34^{\text{m}} 10,24^{\text{s}} = 0,0237296$ .

Día del año en Paris contado desde el momento del mediodía medio en Paris correspondiente á 0<sup>h</sup> de Enero, hasta la hora de Paris del cálculo . . . . . = D.

Día del año en S. Fernando contado desde el momento del mediodía medio en S. Fernando correspondiente á 0<sup>h</sup> de Enero, hasta el momento del mediodía de S. Fernando del cálculo . . . . . = D'

Día del año en Paris contado desde el momento del mediodía medio en Paris correspondiente á 0<sup>h</sup> de Enero, hasta el momento del mediodía medio del cálculo en S. Fernando . . . . .  $D = D' + 0,0237296$ .

Las longitudes del Sol contadas desde el equinoccio medio y los logaritmos del radio vector se calcularán directamente por las tablas de Le-Verrier para cada cinco medios días medios de S. Fernando; de modo que es conveniente tener formada una tabla que dé desde luego el valor de D' para cada día del cálculo. Los lugares de los días intermedios se deducen por interpolación de los calculados directamente para de cinco en cinco días, llevando en cuenta hasta las diferencias del sexto orden; así es que, al calcular los lugares del Sol para un año A, se deberán también calcular los lugares correspondientes á algunos días de los años (A-1) y (A+1).

La tabla auxiliar (Ia), de uso constante, dá las fechas para que se deba hacer el cálculo en el transcurso del año A, y en los meses suplementares correspondientes á los años (A-1) y (A+1); de modo que el intervalo entre cada dos fechas sea de cinco días medios; y además dá también el número D' de días transcurridos desde el momento del mediodía medio de S. Fernando correspondiente á 0<sup>h</sup> de Enero de un año hasta la fecha del mediodía medio de S. Fernando para que se calcula; correspondiente al mismo año. Esta tabla está dividida en cuatro partes y no necesita explicación.



Los cálculos se hacen por doble mano con total y absoluta independencia.

Cada calculador tomará los tipos necesarios y formará su expediente que irá llenando en el orden que se expresa después de la siguiente

### Advertencia.

Todos los expedientes de que se habla en esta instrucción deberán ir corridos; y en la parte exterior del forro se escribirá con mucha claridad, Sol; año del cálculo; lo que contiene cada expediente, en el mismo orden en que estén escritos los resultados. Las tablas á que se refiere esta instrucción son las de Le Ferrer; á no ser que se advierta expresamente otra cosa.

1.º Se escribirá á la cabeza de los tipos el día, mes y año para que se calcula; se tomarán de la tabla I las épocas correspondientes á los años  $(A-1)$ ,  $(A)$  y  $(A+1)$ , de la Longitud media, Longitud del Perigeo y las de las perturbaciones  $L$ ,  $L'$ ,  $L''$ ,  $L'''$ ,  $L''''$ ,  $L'''''$ ,  $x$ ,  $A$ ,  $N$ .

2.º A las épocas de la longitud media, longitud del perigeo, y las perturbaciones  $L$ ,  $L'$ ,  $L''$ ,  $L'''$ ,  $L''''$ ,  $L'''''$ ,  $x$ ,  $A$ ,  $N$ , se le colocará debajo los movimientos por los días que dá la tabla III, teniendo cuidado, si este día es de año común ó bisiesto, y en su lugar correspondiente se escribirá la fracción de año que dá la misma tabla.

3.º Entrese en la tabla V y determinese en ella las cantidades  $L$ ,  $\Pi$ ,  $L''$  colocándolas inmediatamente en su lugar correspondiente, sirviéndose para su determinación del año y fracción de año de que se ha hablado en el precepto anterior y díjense las dos primeras cantidades al centésimo de segundo y la última en unidades de la tabla.

4.º Súmense las cantidades que hay en las casillas  $x$  y  $A$  y estas sumas representan  $x$  y  $s$ . Con los argumentos  $x$  y  $s$  entrese en la tabla VI de doble entrada y el resultado  $A_1$  trasladese al tipo en su lugar correspondiente.

5.º Hállese las cantidades  $L_m$  y  $\Pi$ , y restando de la primera la segunda se obtendrá  $z$  = anomalía media.

6.º Con este valor de  $z$  entrese en la última parte de la tabla VI y el valor de  $A_2$  que se obtenga trasladese á su lugar correspondiente. Hágase la suma algebraica de  $s$ ,  $A_1$  y  $A_2$ . Continúese la suma de las cantidades  $L$ ,  $L'$ ,  $L''$ ,  $L'''$ ,  $L''''$  y  $L'''''$ , teniendo cuidado de rebajar 4000 unidades cuando alguna de estas sumas llegue á 6000.







na, las longitudes medias  $\Omega$  del nodo ascendente de la Luna para cada cinco medias medias; los resultados se pondrán en serie al centésimo de minuto, con primeras diferencias y se escribirán además en el tipo en su lugar correspondiente. Inmediatamente se formarán y colocarán en el lugar asignado en el tipo las cantidades  $2\Omega$  y  $2\omega = 2(\text{long. apar. cont. desde equin. medio})$ .

14.º..... Se procederá al cálculo de las mutaciones en  $\left. \begin{matrix} \text{longitud} \\ \text{asc. r. del } \odot \text{ m.} \\ \text{oblicuidad} \end{matrix} \right\}$  para cada cinco días medios, sirviéndose de las formulas

$$\text{Mut. long.} = \Delta l = -(17''.2405 + 0''.000172t) \sin \Omega + 0''.2073 \sin 2\Omega - (1''.2679 + 0''.000001t) \sin 2\omega$$

$$\text{Mut. en } R = \Delta A\Omega = -(1''.01432 + 0''.000011573t) \sin \Omega + 0''.1268 \sin 2\Omega - (0''.0776 + 0''.00000014t) \sin 2\omega$$

$$\text{Mut. oblic.} = \Delta \omega = (9''.2231 + 0''.000009t) \cos \Omega - (0''.0897 - 0''.000001t) \cos 2\Omega + (0''.1109 - 0''.000003t) \cos 2\omega,$$

se determinarán estos coeficientes solamente para el año del cálculo  $+0.5$ .

En estas formulas ( $t$ ) es el número de años transcurridos desde 1800;  $\Omega$  la longitud verdadera del nodo ascendente de la órbita de la Luna y  $\omega$  la longitud verdadera del Sol. Se obtendrán las cantidades  $t$ ,  $t'$ ,  $t''$  con cuatro cifras decimales. Se hará la suma algebraica de estas cantidades y se determinarán respectivamente las mutaciones en longitud, ascens. recta y oblicuidad. La primera de estas se trasladará al centésimo debajo de la longitud aparente contada desde el equinoccio medio y aplicada con su signo correspondiente se obtendrá la longitud aparente contada desde el equinoccio verdadero.

15.º..... Con el argumento  $z$  se entrará en la tabla XXXII tomando de ella un primer resultado para 1850, correspondiente al argumento próximo menor a  $z$  y la diferencia que trae el autor entre los resultados de la tabla que deba corresponder al que se busca; escribiendo debajo de esta diferencia el exceso que hay entre el argumento  $z$  y el correspondiente al primer resultado, expresado en minutos y milisimos de minuto. Simultaneamente se tomará la variación secular interpolada a la vista para el minuto del argumento  $z$ . A todas estas cantidades se les pondrán los signos correspondientes.

16.º..... Se multiplicará la diferencia por un factor igual a la diferencia que hay entre el argumento  $z$  y el correspondiente al primer resultado, expresado en minutos y milisimos de minuto y este producto, con el signo de la diferencia, se escribirá al décimo de las unidades de la tabla que serán del octavo orden decimal, debajo del resultado que dio la tabla XXXII habiendo la suma algebraica de estas dos cantidades.

17.º..... Se multiplicará la variación secular por el  $n^{\circ}$  factor = (año del cálculo - 1850 + fracción del año); este producto se dividirá por ciento y se colocará al décimo en el lugar asignado en el tipo; debajo se escribirá también al décimo el efecto de las perturbaciones y aplicando estas cantidades, con sus signos correspondientes,



á la suma anterior  
 y ~~con el signo correspondiente~~ se aplicará á ~~dejar~~, á la suma ~~de~~ que ~~ya~~ ~~se~~  
 hablada en el precepto anterior; lo que se obtenga será el radio vector del Sol,  
 que tomando su logaritmo correspondiente será el logaritmo del radio vector del  
 Sol.

### Paralage.

18°... Se calculará para cada cinco mediodías medios y con dos cifras decimales.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Paralage horizontal ecuatorial del Sol cuando} \\ \text{la distancia de este astro á la Tierra} = r \end{array} \right\} = \frac{8.9500}{r}$$

$$\log 8.9500 = 0.951830; \quad r = \text{radio vector de la Tierra.}$$

La constante 8.9500 es el valor de la paralage horizontal ecuatorial del Sol  
 cuando su distancia á la Tierra es = 1

### Aberración.

19°... Se trasladará el resultado que se obtuvo en la columna perturbaciones  
 en longitud, el valor correspondiente á XII A<sub>2</sub>, ~~haciendo~~ ~~quitar~~ ~~el~~ ~~resultado~~  
~~de~~ ~~dividir~~ ~~por~~ ~~1000~~ y esta cantidad con el signo correspondiente se aplicará  
 á la constante - 20.4491, haciendo la suma algebraica de ambas cantidades y  
 se obtendrá un resultado que será aberración solar.

### Semidiámetro.

20°... Se calculará para de día en día y con dos cifras decimales, el semidiá-  
 metro del Sol por la fórmula

$$\text{Semidiámetro del Sol á la distancia } r = \frac{16' 180}{r}; \quad \log 16' 180 = 2.9830738.$$

La constante 16' 180 es el semidiámetro del Sol cuando su distancia á la  
 Tierra es = 1.

21°(1°) Se pondrá en seni el valor A+B+N para cada cinco días, llevando en cuen-  
 ta hasta las terceras diferencias, se interpolará para de día en día y se coloca-  
 rá en su lugar correspondiente sin llevar para nada en cuenta la cantidad 116.99  
 que está situada á la cabeza de su cuadrícula correspondiente.

XLIII, XLIV, XLV, teniendo cuidado de colocar las cantidades que se obtengan  
 de estas tablas en la casilla  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  segun tengan el signo  $\left\{ \begin{array}{l} + \\ - \end{array} \right\}$ . Estas cantida-  
 des se determinarán con una cifra mas de la que den las tablas y serán las  
 unidades del último orden, milésimas de segundo. Se hará la suma de  
 cada columna, y obtenidas estas dos sumas se restarán entre si y se le pon-  
 drá el signo de la mayor que se colocará en la cuadrícula Latitud, cuidan-  
 do de dividir por mil el resultado y este representará la latitud en segun-  
 dos y milésimas de segundo.

22°... Cada calculador formará un expediente n° 1 y en él escribirá en

XLII,



será las longitudes aparentes contadas desde el equinoccio ~~XXXXXX~~ <sup>medio</sup> y los logaritmos del radio vector que se han obtenido para intervalos de cinco días, y se deducirán las diferencias hasta el sexto orden. Las longitudes se escribirán al centésimo y los logaritmos del radio vector con ocho cifras decimales, separando la octava de las demás con un punto.

Se confrontarán las cantidades fundamentales y las diferencias sextas de estas series.

23° --- En un expediente n° 2 se interpolará para de día en día el logaritmo del radio vector que se pondrá en serie con siete cifras decimales en otro expediente especial n° 3, deduciendo las diferencias hasta el segundo orden. Se confrontará lo hecho.

24° --- En un expediente n° 9, se interpolará para de día en día la longitud aparente del Sol contada desde el equinoccio ~~XXXXXX~~ <sup>medio</sup>.

25° --- En otro expediente n° 10, se pondrá en serie al milésimo, deduciendo hasta las segundas diferencias, la longitud aparente del Sol contada desde el equinoccio ~~XXXXXX~~ <sup>medio (\*)</sup> para de día en día; en otra columna a la derecha se escribirá la aberración del Sol con tres decimales y con el signo +; y la suma de esta aberración y de la longitud aparente del Sol, contada desde el equinoccio verdadero, dará la longitud verdadera del Sol, contada desde el equinoccio verdadero, que debe emplearse en el cálculo de los lugares geocéntricos verdaderos de los planetas.

Esta longitud verdadera contada desde el equinoccio verdadero se escribirá en serie con tres cifras decimales, en otra columna situada a la derecha de las precedentes y se deducirán las diferencias segundas.

26° --- Se formará un expediente n° 4, que contendrá,

La serie de la paralaje horizontal ecuatorial del Sol de cinco en cinco días, al centésimo, con primeras diferencias

La serie de la aberración solar de cinco en cinco días, al milésimo, con primeras diferencias

La serie de la aberración solar para de día en día, al milésimo, con primeras diferencias.

La serie de los semidiámetros para de día en día, al centésimo, con primeras diferencias.

Se confrontará lo hecho.

27° --- En el expediente n° 5 se calculará la precesión en longitud por la fórmula

$$\text{Precesión anual en longitud entre } (1850+t+1) \text{ y } (1850+t) = 50''.2525524 + 0''.0002268 t.$$

$$\text{Variación de la precesión en } t \text{ días en } (1850+t) = \frac{10}{365,25} (50''.2525524 + 0''.0002268 t)$$

El cálculo de la precesión se hará para de día en día con todas las cifras, escribiendo los resultados en orden y partiendo de Enero 0 del año que se calcula, a quien siempre corresponde 0''.000000, hasta 36

(\*) en una columna a la derecha se escribirá la aberración del Sol en longitud con tres decimales, se aplicará a la longitud aparente del Sol contada desde el equinoccio medio y se obtendrá la longitud aparente del Sol contada desde el equinoccio verdadero



ó 25 de Diciembre del mismo año, según sea común ó bisiesto.

Estos resultados se pondrán en limpio, con tres cifras decimales, en la misma pluma y á la derecha de la serie de las longitudes medias del modo ascendente de la Luna, deduciendo las primeras diferencias. — Al pie' ó al lado de estos resultados se pondrán los datos que hayan servido para los cálculos del año.

28° --- En el mismo expediente n° 5 que ya contiene

La serie de la longitud media del modo ascendente de la Luna para de cinco en cinco días, con primeras diferencias,

La serie de la precesión anual en longitud para de diez en diez días, con tres cifras decimales y con primeras diferencias,

se insertará también

La serie de la mutación en longitud para de cinco en cinco días, con tres decimales y con segundas diferencias.

La serie de la mutación en oblicuidad para de cinco en cinco días, con tres decimales y con segundas diferencias.

La serie de la mutación en ascension recta del Sol medio, para de cinco en cinco días, con tres decimales y con segundas diferencias

La serie de la mutación en longitud para de día en día, con tres decimales y con primeras diferencias, interpolada solo con primeras diferencias.

La serie de la mutación en oblicuidad para de día en día con tres decimales y con primeras diferencias, interpolada solo con primeras diferencias.

La serie de la mutación en ascension recta del Sol medio, para de día en día, con tres decimales y con primeras diferencias, interpolada solo con primeras diferencias.

29° --- Se sacarán cuatro copias en limpio de la mutación en longitud de día en día y se conservarán sueltas metidas dentro de este expediente.

Se confrontará lo hecho.

30° --- Se formará un expediente n° 6 que contendrá

La oblicuidad media de la eclíptica para de día en día, calculada por las fórmulas

$$\left. \begin{array}{l} \text{Oblicuidad media á} \\ \text{principios de } (1850+t) \end{array} \right\} = 23^{\circ} 27' 31.83'' - 0.47594t - 0.00000149t^2$$

y supondremos constantemente que corresponde á  $d$  de Enero del año  $(1850+t)$

$$\text{Variación de la oblicuidad media en un día} = -0.001303 - 0.00000008t.$$

Á la derecha de la oblicuidad media, la mutación en oblicuidad de día en día.

Á la derecha de esta mutación, la oblicuidad aparente de la eclíptica de día en día con tres decimales =  $\{ \text{Oblicuidad media} + \text{Mutación en oblicuidad} \}$ .



Se sacarán cuatro copias en limpio de la oblicuidad aparente de la edip-  
trica y se conservarán sueltas metidas dentro de este expediente.

31° --- Se calculará en un expediente n° 7, para el día 1 de Enero de  
los años A-1, A y A+1, el valor de L por la fórmula

$$(L) \text{ el día 1 de Enero de } (1850+t) \text{ a } 0^h \left. \vphantom{\begin{matrix} 18 \\ 43 \\ 12,51404 \end{matrix}} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 18^m 43^s 12,51404 + t^2 \cdot 0,000007382 \\ + 1,845227 t - f. 59,13884 \end{matrix} \right.$$

tiempo medio, astron. de S. Fernando

expresión en que  $f = \left\{ \begin{matrix} (50+t) \\ 2 \end{matrix} \right\}$  segun que el año  $(1850+t)$  sea  $\left\{ \begin{matrix} \text{común} \\ \text{bisesto ó 1900} \end{matrix} \right\}$ .  
Estos valores de  $(L)$  se trasladarán á un expediente auxiliar y debajo de  
ellos se escribirá el valor del término  $n. (3^m 56,555360)$ , tomado de la tabla  
manuscrita que lo contiene; se hará la suma de las dos cantidades y se  
obtendrá el valor de  $(L')$  en cada día

Debajo de este valor de  $(L')$  se escribirá la mutación en ascension recta del  
Sol medio; y la suma algebraica de esta cantidad y de  $(L')$ , dará el  
tiempo sidéreo á mediodía medio, que se trasladará con tres decimales  
al expediente n° 7, en <sup>el</sup> que despues de copiadas se deducirán las diferen-  
cias primeras

Se confrontará lo hecho.

32° --- En un expediente n° 8 se pondrá en serie la latitud del Sol,  
con dos cifras decimales, conservando solo las primeras diferencias.

Se confrontará lo hecho.

33° --- En un expediente n° 11, se interpolarán para de seis en seis  
horas, las longitudes aparentes del Sol, contadas desde el equinoccio ver-  
dadero desde el 31 de Diciembre del año anterior hasta el 2 de Ene-  
ro del año siguiente al del cálculo, y se pondrán en serie, con una  
cifra decimal, en un expediente n° 12, deduciendo las diferencias pri-  
meras

Se confrontará lo hecho.

34° --- En un expediente n° 13, se calcularán las fechas de la entrada del  
Sol en los signos del Zodiaco, y III las de su llegada al apogeo y perigeo  
de su órbita, del modo siguiente:

De la serie de las longitudes aparentes del Sol para de seis en seis  
horas se deducirá por una simple proporcional la fecha de la entrada  
del Sol en cada signo del Zodiaco. -- El resultado se escribirá al minuto.

Las fechas de la llegada del Sol al apogeo y perigeo de su órbita se  
deducirán de la serie del logaritmo del radio vector para de día en  
día, considerando que en dichos puntos el radio vector debe ser un  
máximo ó un mínimo.

La serie de los logaritmos del radio vector da'

$$y = a + x \left( \frac{1}{2} \Delta_1' + \frac{1}{2} \Delta_1' \right) + x^2 \cdot \frac{1}{2} \Delta_2' = a + bx + cx^2,$$

siendo  $x = \frac{t^h}{24^h}$ , y representando  $t$  el tiempo transcurrido desde el  
mediodía de fecha  $f$  á que corresponde el lugar inicial  $a$ , hasta la



fecha  $h$  que se busca; de modo que  $h = F + t^h$ .

La determinación de la fecha  $F$  se hace fácilmente a la simple inspección de la serie del logaritmo del radio vector; pues el lugar inicial  $a$ , correspondiente a dicha fecha, debe ser aquel que concurre a formar las dos diferencias primeras que tienen signo contrario en el punto en que este signo cambia.

La expresión anterior da:

$$\frac{dy}{dt} = b + 2cx; \quad b + 2cx = 0$$
$$x = -\frac{b}{2c} = -\frac{\Delta'_1 + \Delta'_2}{2\Delta^2}; \quad t^h = -12 \cdot \frac{\Delta'_1 + \Delta'_2}{\Delta^2}$$
$$\log 12^h = 1.0791813; \quad h = F + t^h$$

La fecha de la llegada del Sol al perigeo y apogeo se da al minuto.

El Sol llega al perigeo al principio o fin del año; y en algunos casos llega dos veces dentro de un mismo año, esto es, al principio y al fin del mismo; y al apogeo hacia fines de Junio o principios de Julio.

Se confrontará lo hecho.

35°----- Se procederá al cálculo de la ascension recta y declinación aparentes, para cada mediodía medio, calculando solo cinco días del año ( $A-1$ ) y otros cinco del ( $A+1$ ), en la hipótesis de ser igual a cero la latitud del Sol.

Las fórmulas son

$$\tan \alpha_0 = \cos \omega \cdot \tan \lambda, \quad \sin \delta_0 = \sin \omega \cdot \sin \lambda,$$

en las que

$\alpha_0$  representa la ascension recta aparente del Sol, contada desde el equinoccio verdadero.

$\delta_0$  representa la declinación aparente del Sol

$\omega$  ——— la oblicuidad aparente de la eclíptica

$\lambda$  ——— la longitud aparente del Sol, contada desde el equinoccio verdadero

Los valores de  $\omega$  y  $\lambda$  se emplearán al centésimo de segundo.

Para determinar el cuadrante en que se halla el arco  $\alpha_0$ , basta tener presente que  $\cos \alpha_0$  debe tener el mismo signo que  $\cos \lambda$ , según se deduce de la expresión

$$\cos \lambda = \cos \alpha_0 \cdot \cos \delta_0.$$

Determinado por esta consideración el signo de  $\cos \alpha_0$ , con este y el que resulta de la fórmula para  $\tan \alpha_0$  se tendrá el cuadrante en que termina el arco  $\alpha_0$ .

Los valores de  $\alpha_0$  en arco y de  $\delta_0$  se obtendrán al centésimo de segundo

En el cálculo de las fórmulas se tendrá presente que

Cuando  $\lambda$  esté comprendido entre  $359^\circ$  y  $361^\circ$  o entre  $179^\circ$  y  $181^\circ$ , se hallarán su seno y su tangente por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $\lambda$  esté comprendido entre  $89^\circ$  y  $91^\circ$  o entre  $269^\circ$  y  $271^\circ$ , se hallará el valor de  $\tan \lambda$  buscando por el procedimiento anterior la tangente de  $(\lambda \sim 90^\circ)$  o  $(\lambda \sim 270^\circ)$ ; y el complemento aritmético de la tangente de esta diferencia, después de agregar una decena a la característica de este complemento, será el

logaritmo tabular o aumentado de  $\tan \alpha$ .

Cuando  $\alpha_0$  deba estar comprendida entre  $359^\circ$  y  $361^\circ$  o entre  $179^\circ$  y  $181^\circ$ , se determinará su valor sirviéndose de los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $\alpha_0$  deba estar comprendida entre  $89^\circ$  y  $91^\circ$  o entre  $269^\circ$  y  $271^\circ$ , se determinará su valor hallando el complemento aritmético del logaritmo efectivo  $\tan \alpha_0$ , esto es, del logaritmo escrito en el tipo, prestando de una decena en su característica y determinando por el procedimiento anterior el arco  $\alpha'$ , menor que  $1^\circ$  de que dicho complemento es logaritmo tangente, con este arco  $\alpha'$  se formará el  $\alpha_0$ .

Cuando  $\delta_0$  deba ser menor que  $60'$ , se determinará su valor por medio de los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Los valores de  $\alpha_0$  se dividirán por 15 para reducirlos a tiempo, y se conservarán tres cifras decimales en el resultado.

Se confrontará lo hecho.

36. Se abrirá otro expediente n.º 15 en el que se escribirán en serie los valores de  $\alpha$  y  $\delta$ , esto es, de la ascension recta y de la declinacion aparentes del Sol verdadero corregidas de la latitud del Sol, para cada mediodia medio con tres y dos decimales respectivamente, deduciendo las diferencias hasta el segundo orden respecto de la ascension recta, y hasta el tercero respecto de la declinacion.

Se confrontará lo hecho.

37. Se trasladarán al expediente auxiliar de que se ha hablado en el precepto 31 los valores de  $\alpha$ , debajo de la cantidad denominada "Tiempo siderico a mediodia medio" para obtener un resultado

Ecuacion de tiempo a mediodia medio, aplicable con <sup>su</sup> signo al tiempo medio, para obtener tiempo verdadero, o sea ángulo horario del Sol verdadero a cero horas de tiempo medio } =  $E = t. s. a' mediodia medio - \alpha$

El cálculo de las  $E$  se hará con tres cifras decimales, empleando con las mismas las cantidades que concurren a formarlas. Las  $E$  se pondrán en serie con tres cifras decimales en el mismo expediente en que se han escrito las  $\alpha$  y las  $\delta$ , ocupando la tercera subdivision de cada mes. Se deducirán las diferencias hasta las del segundo orden.

Se confrontará lo hecho.

38. Se formará un expediente n.º 16 para calcular a'

$E'$  = Ecuacion de tiempo a mediodia verdadero, aplicable con su signo al tiempo verdadero,

$\alpha'$  = Ascension recta aparente del Sol a mediodia verdadero,



$\delta'$  = Declinación aparente del Sol a mediodía verdadero,  
por las fórmulas

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E}' &= -\mathcal{E} + (\Delta\mathcal{E}) = -\mathcal{E} + \frac{\mathcal{E}}{24^h} \cdot \frac{1}{2} (\Delta'_-\mathcal{E} + \Delta'_+\mathcal{E}) \\ \alpha' &= \alpha + (\Delta\alpha) = \alpha - \frac{\mathcal{E}}{24^h} \cdot \frac{1}{2} (\Delta'_-\alpha + \Delta'_+\alpha) \\ \delta' &= \delta + (\Delta\delta) = \delta - \frac{\mathcal{E}}{24^h} \cdot \frac{1}{2} (\Delta'_-\delta + \Delta'_+\delta) \end{aligned} \right\} c. \log. 24^h = 5.0634863$$

El cálculo de estas tres cantidades se hace simultáneamente, pues el factor  $\frac{\mathcal{E}}{24^h}$  es el mismo para todas.

El valor de  $(\Delta\mathcal{E})$  se calculará con tres cifras decimales y con las mismas se empleará a  $\mathcal{E}$  para obtener a  $\mathcal{E}'$ .

El valor de  $(\Delta\alpha)$  se calculará con tres cifras decimales y con las mismas se empleará a  $\alpha$  para obtener a  $\alpha'$ .

El valor de  $(\Delta\delta)$  se calculará con dos cifras decimales y con las mismas se empleará a  $\delta$  para obtener a  $\delta'$ .

59° --- Se formará un expediente n° 17 en que se escribirán en serie los valores de

$\alpha'$ , con dos decimales.

$\delta'$ , con un decimal.

$\mathcal{E}'$ , con dos decimales,

deduciendo las diferencias hasta las del segundo orden.

Se comparará lo hecho.

En un papel suelto se van hallando las „Variaciones horarias a cero horas de tiempo verdadero” de las cantidades  $\alpha'$ ,  $\delta'$  y  $\mathcal{E}'$  por las fórmulas

$$\left(\frac{d\alpha'}{dt}\right)_0 = \frac{1}{48} (\Delta'_-\alpha' + \Delta'_+\alpha'); \quad \left(\frac{d\delta'}{dt}\right)_0 = \frac{1}{48} (\Delta'_-\delta' + \Delta'_+\delta'); \quad \left(\frac{d\mathcal{E}'}{dt}\right)_0 = \frac{1}{48} (\Delta'_-\mathcal{E}' + \Delta'_+\mathcal{E}'),$$

que se obtendrán respectivamente con tres, dos y tres decimales, y que se pondrán en serie, con primeras diferencias, en una columna que debe estar preparada a la derecha de la respectiva  $\alpha'$ ,  $\delta'$  y  $\mathcal{E}'$ .

Se comparará lo hecho.

60° --- Se formará un expediente n° 18 para calcular el tiempo siderio que tarda el semidiámetro del Sol en atravesar el meridiano, por la fórmula

$$(F.S.\Delta) = \frac{\Delta}{15 \cos \delta'} + \frac{\Delta}{15 \cos \delta'} \cdot \frac{\left(\frac{d\alpha'}{dt}\right)_0}{3600};$$

expresión en que  $\Delta$  representa el semidiámetro para el momento del mediodía verdadero, que puede suponerse igual al obtenido para mediodía medio;  $\delta'$  la declinación para mediodía verdadero, que se tomará al segundo redondo; y  $\left(\frac{d\alpha'}{dt}\right)_0$  la variación horaria de la arcesion recta a mediodía verdadero, expresada en segundos de tiempo.

El cálculo de  $(F.S.\Delta)$  se hará de día en día, con tres cifras decimales; y los resultados se pondrán en serie con dos cifras decimales en un pliego que debe formar parte de este mismo expediente, deduciendo las diferencias primeras.

$$c. \log. 15 = 8.8239087$$

$$c. \log. 3600 = 6.4436978$$

Se comparará lo hecho.

*Instruccion para los cálculos de la  
Luna.*

*Sirve solo para las fases y para el cálculo de la  
Ascension recta y Declinacion.*







# Instrucción para los cálculos de la Luna.

Todos los cálculos de la Luna se harán por doble mano con total y absoluta independencia.

El cálculo de las longitudes, latitudes y semidiámetros se hará directamente, por las tablas de Burchhardt, para cada mediodía medio de S. Fernando desde el 22 de Diciembre del año ( $A-1$ ) hasta el 10 de Enero del año ( $A+1$ ), designando por  $A$  el año para que se va á calcular el almanaque náutico; y el de las paralajes se hará tambien directamente para cada mediodía medio de S. Fernando, por las tablas de Adams, y para las mismas fechas.

Se formarán las épocas de los argumentos de las ecuaciones, de la longitud media y del suplemento del nodo, para el día 1.º de Enero á 0.<sup>h</sup> t. m. a. de S. Fernando = 1.<sup>da</sup> 0.<sup>h</sup> 31.<sup>m</sup> 10.<sup>s</sup> de Enero t. m. a. de Paris = 1.<sup>da</sup> 12.<sup>m</sup> 31.<sup>s</sup> 10.<sup>s</sup> de Enero t. m. c. de Paris, que es el adoptado en las tablas de Burchhardt, del modo siguiente.

- 1.º --- Se sumará á la época de cada argumento de las ecuaciones menores de la longitud, tal como la da la tabla, la variación del mismo en 12.<sup>m</sup> 31.<sup>s</sup> 10.<sup>s</sup>, y la suma será la época del argumento el día 1.º de Enero del año del cálculo á 0.<sup>h</sup> t. m. a. de S. Fernando. Póngase especial cuidado en escribir los ceros á la izquierda como los sea el año.
- 2.º --- Hágase con los argumentos de las ecuaciones de la distancia al polo vereal de la eclíptica, exactamente lo mismo que se ha dicho respecto de los argumentos de las ecuaciones menores de la longitud.
- 3.º --- Se hará con las épocas de los argumentos de las ecuaciones mayores, de la longitud media y del suplemento del nodo, exactamente lo mismo que se ha dicho respecto de las épocas de los argumentos de las ecuaciones menores de la longitud; y se les sumará además, algebraicamente la variación secular que, en cada año y para cada elemento, da la tabla II de Burchhardt, con lo que se obtendrán las épocas para el día 1.º de Enero á 0.<sup>h</sup> t. m. a. de S. Fernando, corregidas de la variación secular correspondiente al principio del año.
- 4.º --- Se formarán tablitas que den, para todo el año, las partes proporcionales de las variaciones seculares de los argumentos de las ecuaciones mayores, de la longitud media y del suplemento del nodo, del modo que se explica en la portada del expediente denominado „Épocas.”
- 5.º --- Se escribirán en los tipos las épocas de los argumentos.
- 6.º --- Debajo de estas épocas se escribirán los movimientos por los días del mes, de los argumentos de todas las ecuaciones, de la longitud media y del suplemento



mento del modo, y las correcciones por diferencias de variación secular.

7.<sup>o</sup> --- Se harán las sumas de las épocas con dichos movimientos y con las correcciones de la variación secular donde haya. --- Téngase muy presente, al formar los argumentos de las ecuaciones menores de la longitud, escribir todos los ceros que resulten á la izquierda de la suma, hasta completar en cada argumento el mismo número de cifras que tiene su época; pues la omisión de estos ceros puede producir errores de consideración en los cálculos sucesivos.

Se comparará lo hecho.

### Hallar la longitud.

Se procederá al cálculo de la longitud observando los preceptos siguientes.

8.<sup>o</sup> --- Con los argumentos 1, 2, 3, --- 32, se buscarán en las tablas correspondientes, las ecuaciones menores de la longitud que se obtendrán al centésimo de segundo.

9.<sup>o</sup> --- Se hará la suma de todas estas ecuaciones menores, y el resultado será  $S_{(1)}$ .

Se comparará lo hecho.

10.<sup>o</sup> --- Se trasladará la cantidad  $S_{(1)}$  á los lugares que el tipo manifiesta; y en la casilla que tiene por membrete „Erección”, se añadirá dicha cantidad  $S_{(1)}$  á la suma en ella encontrada por el precepto 7.<sup>o</sup> con lo que se obtendrá el argumento de la Erección.

11.<sup>o</sup> --- Con este argumento se entrará en la tabla respectiva, de la que se tomará y escribirá en el tipo, en la casilla „Cálculo de la erección”, el resultado correspondiente al argumento próximo menor que de dicha tabla; y su variación por un minuto, con el signo correspondiente, que se pondrá á la derecha de este resultado, escribiendo en el duto debajo de esta variación un factor que será la diferencia entre el argumento próximo menor de la tabla y el verdadero, cuya diferencia se tomará al milésimo de minuto.

12.<sup>o</sup> --- Se multiplicará este factor por la variación en un minuto; y este producto, con el signo correspondiente, se aplicará al resultado que se tomó de la tabla, con lo que se obtendrá la Ecuación de erección que se trasladará al lugar así denominado en el tipo, al centésimo de segundo.

13.<sup>o</sup> --- Se hará la suma de la Ecuación de erección y de  $S_{(1)}$  y esta suma será lo que en el tipo se designa por  $S_{(2)}$ .

Se comparará lo hecho.

14.<sup>o</sup> --- Se trasladará la  $S_{(2)}$  á la cuadrícula que tiene por membrete „Anomalía” y se añadirá á la suma que tiene encima encontrada por el precepto 7.<sup>o</sup> y el resultado será la Anomalía ó argumento de la Ecuación del centro.



15° --- Con la Asommatia, como argumento, se entrará en la tabla respectiva; se tomará de ella y se escribirá en el tipo en la casilla „Calculo de la ecua. del centro“, el resultado, correspondiente al argumento próximo menor á la Asommatia, que de la tabla; y su variación por un minuto que se pondrá, con su signo correspondiente, á la derecha de este resultado, escribiendo en el acto debajo de esta variación un factor que sea la diferencia entre el argumento próximo menor de la tabla y el verdadero. — Este factor se tomará al milésimo de minuto.

16° --- Se multiplicará dicho factor por la variación en un minuto y este producto, con el signo que le corresponda, se aplicará al resultado que se tomó de la tabla; con lo que se obtendrá la ecuación del centro, que se trasladará al lugar así denominado en el tipo al centésimo de segundo.

17° --- Se hará la suma de la ecuación del centro y de la cantidad  $S_{(2)}$  y esta suma será lo que en el tipo se designa por  $S_{(3)}$ .

Se confrontará lo hecho.

18° --- Tráaslase la  $S_{(3)}$  á la cuadrícula que tiene por membrete „Variación“, añadiendo á la suma que tiene encima, encontrada por el precepto 14.º y el resultado será el argumento de la Variación.

19° --- Con este argumento entrese en la tabla respectiva y de ella se tomará y escribirá en el tipo, en la casilla „Variación“, un resultado correspondiente al argumento próximo menor que de la tabla, y su variación por un minuto, que se pondrá, con el signo correspondiente, á la derecha de este resultado, escribiendo en el acto debajo de ella un factor que sea la diferencia entre el argumento próximo menor de la tabla y el verdadero. — Este factor se tomará al milésimo de minuto.

20° --- Se multiplicará dicho factor por la variación en un minuto; y este producto, con el signo que le corresponda, se aplicará al resultado que se tomó de la tabla; con lo que se obtendrá la ecuación de variación, que se trasladará al lugar así denominado en el tipo, al centésimo de segundo.

21° --- Hágase la suma de la ecuación de variación y de la cantidad  $S_{(3)}$  y esta suma será lo que en el tipo se designa por  $S_{(4)}$ .

22° --- Debajo de  $S_{(4)}$  se escribirá la longitud media; y la suma de estas dos cantidades dará lo que en el tipo se denomina  $S_{(5)}$  — Longitud en la órbita.

Se confrontará lo hecho.

23° --- Se trasladará la  $S_{(5)}$  al lugar señalado en el tipo debajo del Suplemento del podo; y la suma de las dos cantidades será el argumento de la Reducción; y también lo es de la ecuación primera de la distancia polar.

24° --- Con este argumento entrese en la tabla correspondiente y hallase, al centésimo de segundo, la Reducción; empleando el mismo procedimiento de que nos hemos servido para las ecuaciones precedentes.

25° --- Se trasladará la Reducción al lugar señalado en el tipo, y la suma



con la cantidad  $S_{(1)}$ , dará la Longitud aparente en la eclíptica contada desde el equinoccio medio.

Se confrontará lo hecho.

26<sup>o</sup> --- Se corregirá de mutación la longitud aparente en la eclíptica contada desde el equinoccio medio, y el resultado será  $\lambda$  = longitud aparente en la eclíptica contada desde el equinoccio verdadero, a 0.<sup>ta</sup> de t. m. a.

Se confrontará lo hecho.

27<sup>o</sup> --- Se pondrá en serie la longitud aparente en la eclíptica contada desde el equinoccio verdadero, al centésimo de segundos, y se deducirán hasta las octavas diferencias.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del cuarto y octavo orden.

## Hallar la latitud.

El cálculo de la latitud se hará observando los preceptos siguientes.

28<sup>o</sup> --- Se hallarán los argumentos II, V, VI, --- XII, que son los de la distancia polar, añadiendo a las sumas ya obtenidas por el precepto 7.<sup>o</sup>, el valor de  $S_{(1)}$  reducido por medio de la tabla correspondiente en los argumentos que lo requieren.

Se confrontará lo hecho.

29<sup>o</sup> --- Con el argumento ya encontrado de la ecuación 1.<sup>a</sup> de la distancia polar, se entrará en la tabla correspondiente, tomando de ella y escribiendo en el tipo, en la casilla „Calc. de la 1.<sup>a</sup> ecuac. de la D. P.“, un resultado correspondiente al argumento próximo menor, y a su derecha la variación en un minuto, con el signo correspondiente; se escribirá en el caso debajo de esta variación un factor que será la diferencia entre el argumento de la ecuación 1.<sup>a</sup> de la distancia polar y el próximo menor. Este factor se tomará al milésimo de minuto.

30<sup>o</sup> --- Se multiplicará este factor por la variación en un minuto, y su producto, con el signo correspondiente, se aplicará al resultado que se tomó de la tabla, con lo que se obtendrá la ecuación 1.<sup>a</sup> de la distancia polar que se trasladará al lugar asignado en el tipo, al centésimo de segundos.

Se confrontará lo hecho.

31<sup>o</sup> --- Con el argumento correspondiente se calculará, al centésimo de segundos, la ecuación 2.<sup>a</sup> de la distancia polar, entrando en la tabla respectiva y sirviendon del mismo procedimiento que se ha seguido para encontrar la ecuación 1.<sup>a</sup>, trasladándole al lugar asignado en el tipo.

Se confrontará lo hecho.

32<sup>o</sup> --- Con los argumentos respectivos y entrando en las tablas correspondientes, se hallarán todas las demás ecuaciones de la distancia al polo boreal de



la eclíptica, que se tomarán al centésimo de segundos.

33° --- Se harán las sumas de todas las ecuaciones y se obtendrá la Distancia al polo boreal de la eclíptica, cuyo complemento será  $\beta$  = Latitud aparente a  $0^{\circ}$  de t. m. a, con el signo  $\{-\}$  según que fuere  $\left\{ \begin{array}{l} \text{boreal} \\ \text{austral} \end{array} \right\}$ .

Se confrontará lo hecho.

34° --- Se pondrá en serie, al centésimo de segundos, la latitud aparente, deduciéndose hasta las octavas diferencias.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del cuarto y octavo orden.

### Hallar la paralaje.

El cálculo de la paralaje horizontal ecuatorial se hará observando los preceptos siguientes.

35° --- Se calcularán, por simple proporcional y al centésimo de segundos, las ecuaciones de la paralaje dependientes de los argumentos de Corrección, Anomalía y Variación, y se colocarán en su lugar correspondiente.

Se confrontará lo hecho.

36° --- Con los argumentos respectivos y entrando en las tablas correspondientes, se hallarán las demás ecuaciones de la paralaje, al centésimo de segundos y se escribirán en el lugar que les está asignado en el tipo; teniendo presente que entre los argumentos de las ecuaciones de la paralaje hay algunos que, habiendo servido para hallar las ecuaciones menores de la longitud, están expresados con cuatro ó cinco cifras, y para emplearlos como argumentos de las ecuaciones de la paralaje, es preciso separarles una ó dos cifras de la derecha, según los casos, pues solo deben consistir de tres cifras para este objeto; y otros que, al emplearlos como argumentos de las ecuaciones menores de la longitud, solo tienen dos cifras y es necesario agregarles un cero a la derecha para que sirvan de argumentos de las ecuaciones de la paralaje.

37° --- Se hará la suma de todas las ecuaciones de la paralaje y el resultado será la paralaje horizontal ecuatorial a  $0^{\circ}$  de t. m. a.

Se confrontará lo hecho.

38° --- Se pondrá en serie la paralaje horizontal ecuatorial, al centésimo de segundos, y se deducirán hasta las cuartas diferencias.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del cuarto orden.

### Hallar el semidiámetro.

El cálculo del semidiámetro se hará según los preceptos siguientes.



39<sup>o</sup> --- Con la paralaje horizontal ecuatorial, como argumento, se entrará en la tabla XXXII, que da el semidiámetro para de diez en diez segundos del argumento; de ella se tomará el resultado correspondiente al argumento próximo menor al dado; y por una simple proporcional, se encontrará su variación por los segundos y centésimos que hay de diferencia entre el argumento próximo menor y el verdadero; cuya variación se aplicará al resultado tomado de la tabla y se obtendrá el semidiámetro central ecuatorial ó ó. t. m. a., al centésimo de segundo, que se escribirá en su lugar correspondiente.

Se confrontará lo hecho.

40<sup>o</sup> --- Se pondrá en serie el semidiámetro central ecuatorial, al centésimo de segundo, y se deducirán hasta las cuartas diferencias.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del cuarto orden.

## Interpolaciones.

41<sup>o</sup> --- Se interpolarán, para de doce en doce horas y en expedientes sueltos, la longitud aparente contada desde el equinoccio verdadero, llevando en cuenta hasta las octavas diferencias, la latitud aparente, llevando en cuenta hasta las octavas diferencias, la paralaje horizontal ecuatorial, llevando en cuenta hasta las cuartas diferencias, el semidiámetro central ecuatorial, llevando en cuenta hasta las cuartas diferencias.

Se confrontará lo hecho.

42<sup>o</sup> --- Se trasladarán á los tipos las longitudes y latitudes aparentes, al centésimo de segundo, que se han interpolado para de doce en doce horas.

Se confrontará lo hecho.

43<sup>o</sup> --- Se pondrán en serie, al décimo de segundo, la longitud aparente contada desde el equinoccio verdadero, para de doce en doce horas, con cuartas diferencias, la latitud aparente, para de doce en doce horas, con cuartas diferencias, la paralaje horizontal ecuatorial, para de doce en doce horas, con segundas diferencias, el semidiámetro central ecuatorial, para de doce en doce horas, con segundas diferencias.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del último orden.



14<sup>o</sup> - Se interpretarán en segundos rectos y para de seis en seis horas, la longitud aparente contada desde el equinoccio verdadero, ya obtenida de dos en doce horas, corrigiendo hasta de cuartas diferencias, la latitud aparente, ya obtenida de doce en doce horas, corrigiendo hasta de cuartas diferencias.

Se confrontará lo hecho.

15<sup>o</sup> - Se pondrán en serie, al décimo de segundos, la longitud aparente contada desde el equinoccio verdadero, para de seis en seis horas, con terceras diferencias, la latitud aparente, para de seis en seis horas, con terceras diferencias.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series, y las diferencias del tercer orden.

16<sup>o</sup> - Las longitudes, latitudes, paralajes y semidiámetros que al calcular el año A se han obtenido para fines del (A-1) y principios del año A del cálculo, deberán confrontarse no solo con los calculados por doble mano en dicho año A, sino tambien con los que se obtuvieron para las mismas fechas, cuando se calculó el almanaque correspondiente al año (A-1).

### Fases.

El cálculo de las fases de la Luna se hará por doble mano, con total y absoluta independencia, del modo siguiente.

17<sup>o</sup> - Designaremos respectivamente por  $\odot$ ,  $\ominus$ , las longitudes de la Luna y del Sol para el instante  $\text{I} = 0^h, 6^h, 12^h, 18^h$ , que precede inmediatamente á la hora de la fase, instante que se determina á la simple inspeccion de las efemérides que dan las posiciones de ambos astros para de seis en seis horas. - Por  $t$  el número de horas que transcurren entre el instante  $\text{I}$  y la hora  $\text{F}$  de la fase; de modo que sea  $\text{F} = \text{I} + t^h$ ; por  $\odot'$ ,  $\ominus'$ , las longitudes de la Luna y del Sol á la hora  $\text{F}$  de la fase; hagamos  $\frac{t^h}{6^h} = x$ , y tendremos

$$\left. \begin{aligned} \odot' &= \odot + x \Delta' \odot + x(x-1) \frac{\Delta_0^2 \odot + \Delta_1^2 \odot}{4} \\ \ominus' &= \ominus + x \Delta' \ominus \end{aligned} \right\};$$

$$\odot' - \ominus' = (\odot - \ominus + x [\Delta' \odot - \frac{\Delta_0^2 \odot + \Delta_1^2 \odot}{4} - \Delta' \ominus]) + x \frac{\Delta_0^2 \odot + \Delta_1^2 \odot}{4}.$$

Hagamos para abreviar

$$\frac{\Delta_0^2 \odot + \Delta_1^2 \odot}{4} = b$$

$$\Delta' \odot - \Delta' \ominus - b = a$$

y resultará

$$\odot' - \ominus' = (\odot - \ominus + ax + bx^2).$$



El primer miembro de la ecuacion precedente es una constante cuyo valor debe

ser  $\begin{cases} 360^\circ \\ 90 \\ 180 \\ 270 \end{cases}$  segun que la fase de que se trata es la  $\begin{cases} \text{conjuncion o luna nueva} \\ \text{primera cuadratura o cuarto creciente} \\ \text{oposicion o luna llena} \\ \text{segunda cuadratura o cuarto menguante} \end{cases}$

el residuo de la operacion  $(-O)$  debe tomarse, para mayor comodidad, siempre positivo sumiendole para ello  $360^\circ$  a  $(-O)$  cuando fuere necesario; y debe ser menor que

$\begin{cases} 360^\circ \\ 90 \\ 180 \\ 270 \end{cases}$  pues que el instante  $\underline{I}$  se supone anterior a la hora de la fase.

Hagamos  $(-O) = A$ ;  $(-O) = B$ ,  
y tendremos

$$x^2 + \frac{a}{b}x + \frac{B-A}{b} = 0,$$

ecuacion que dara a  $x$  poniendo por  $A$  el valor correspondiente a la fase de que se trata.

Si en la ecuacion precedente hacemos

$$\frac{a}{b} = p; \quad \frac{B-A}{b} = q$$

resultara

$$x^2 + px + q = 0$$

de donde

$$x = -\frac{1}{2}p \pm \sqrt{\frac{1}{4}p^2 - q}.$$

Los valores de  $x$  deben satisfacer a la ecuacion de que son deducidos; pero como el problema no admite sino una solucion, es necesario investigar cual de los dos valores de  $x$  es el que la representa. — Para ello basta considerar que cuando  $B=A$  debe ser  $x=0$ ; la suposicion de  $B=A$  envuelve la de  $q=0$ , y como cuando  $q=0$  el signo superior es el unico que da el valor de  $x=0$ , se sigue que la solucion del problema esta dada por la ecuacion

$$x = -\frac{1}{2}p + \frac{1}{2}p\sqrt{1 - \frac{4q}{p^2}}.$$

Cuando  $q$  sea positivo, hagamos

$$\frac{4q}{p^2} = \sin^2 \varphi$$

y resultara

$$x = -p \sin^2 \frac{1}{2} \varphi$$

$$f^h = -b.p. \sin^2 \frac{1}{2} \varphi = -f.p. \sin^2 \frac{1}{2} \varphi$$

$$\log f = 0,7781513 -$$

$$F = \underline{I} + f^h$$

La ecuacion  $\frac{4q}{p^2} = \sin^2 \varphi$  debe ser siempre posible; pues de no serlo, resultaria imaginario el valor de  $x$ , lo cual no puede suceder en el caso de que se trata, porque el problema debe tener una solucion real.

Cuando  $q$  sea negativo, hagase (con independencia del signo)

$$\frac{4q}{p^2} = -\tan^2 \varphi,$$

y resultara

$$x = \frac{1}{2}p \cdot \frac{1 - \cos \varphi}{\cos \varphi} = \frac{1}{2}p \cdot \frac{\sin \varphi \tan \frac{1}{2} \varphi}{\cos \varphi} = \frac{1}{2}p \tan \varphi \tan \frac{1}{2} \varphi.$$



$$f^2 = 3. p. \tan q \tan \frac{1}{2} q$$

$$= f. p. \tan q \tan \frac{1}{2} q$$

$$\log f = 0.2771213 +$$

$$F = I + f^2$$

Después de obtenidas las horas de las fases, se calcularán para dichas horas las longitudes aparentes del Sol y de la Luna por la fórmula, para la cual se toman las diferencias por escalones,

$$y = a + x \Delta^1 + x \cdot \frac{x-1}{2} \Delta^2,$$

y la diferencia entre ambas longitudes debe ser, próximamente,

$$\left. \begin{matrix} 360^\circ \\ 90 \\ 180 \\ 270 \end{matrix} \right\} \text{segun que la fase sea la } \left. \begin{matrix} \text{conjunción} \\ 1^\circ \text{ cuadratura} \\ \text{oposición} \\ 2^\circ \text{ cuadratura} \end{matrix} \right\}; \text{ como que quedará con}$$

probados estos cálculos.

Las fechas de las fases de la Luna se dan en el almanaque náutico al décimo de minuto; y se expresará el signo del zodíaco en que se verifica escribiéndolo con todas sus letras y no haciendo uso del símbolo con que en algunos casos se representa.

Se compararán los resultados finales de estos cálculos.

Para aclaración de lo expuesto haremos un ejemplo

Supongamos que se tienen las siguientes efemérides del Sol y de la Luna

Efemérides

<p>Marzo 2.<sup>a</sup> 12.<sup>h</sup> 98.<sup>m</sup> 31.<sup>s</sup> 12.<sup>''</sup> 2 + 2.<sup>o</sup> 59. 27. 8</p> <p>18. 104. 30. 40. 0 + 2. 59. 12. 9 - 14. 11. 9</p> <p>3. 0. 106. 29. 52. 9 + 2. 58. 59. 3 - 13. 6</p> <p>6. 107. 28. 52. 2</p>	<p>Marzo 2.<sup>a</sup> 12.<sup>h</sup> 282.<sup>m</sup> 7. 15. 8 + 15. 17. 1</p> <p>18. 282. 22. 32. 9 + 15. 17. 1</p> <p>3. 0. 282. 37. 50. 0 + 15. 17. 1</p> <p>6. 282. 53. 7. 1 + 15. 17. 1</p>
--	---

Basta la simple inspección de estas efemérides para conocer que entre 2.<sup>a</sup> 13.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> 0.<sup>a</sup> se verifica una oposición de Luna y Sol; se tiene, pues,

<p>I = Marzo 2.<sup>a</sup> 13.<sup>h</sup>      F = I + f<sup>2</sup></p> <p>Marzo 2.<sup>a</sup> 13.<sup>h</sup> (C = 104.<sup>o</sup> 30. 40. 0      Δ<sup>1</sup>(C = +2.<sup>o</sup> 59. 12. 9</p> <p>id.      O = 282. 22. 32. 9      - Δ<sup>1</sup>(O = -0. 15. 17. 1</p> <p>B = (C - O) = 179. 8. 7. 1      Δ<sup>1</sup>(B = Δ<sup>1</sup>(C) - Δ<sup>1</sup>(O) = +2. 43. 55. 8</p> <p>A = 180      - b = + 7. 1</p> <p>B - A = -0. 51. 52. 9      a = +2. 14. 2. 9</p> <p>log(B - A) = 3.4931652 -      log a = 3.9931931 +</p> <p>- log b = 0.8512584 -      - log b = 0.8512584 -</p> <p>log q = 2.6419068 +      log p = 3.1418647 -</p> <p>log 1. = 0.6020600 +      log p<sup>2</sup> = 6.2837294 +</p> <p>log 4 q = 3.2439668 +      log sin q = 8.4801167 +</p> <p>- log p<sup>2</sup> = 6.2837294 +      q = 1.<sup>o</sup> 43. 52. 11</p> <p>log sin q = 6.9602374 +      1/2 q = 0. 51. 56      F = I + f<sup>2</sup> = Marzo 2. 19. 53. 9</p>	<p>Δ<sup>2</sup>(C) + Δ<sup>2</sup>(O) = -28. 15</p> <p>b = - 7. 1</p> <p>log. sin 1/2 q = 8.1791558 +</p> <p>log. sin 1/2 q = 6.3583116 +</p> <p>log. p = 3.1418647 -</p> <p>log. f = 0.1781513 -</p> <p>log. f<sup>2</sup> = 0.2783276 +</p> <p>f<sup>2</sup> = 1.<sup>h</sup> 49. 81</p> <p>= 0.<sup>h</sup> 1.<sup>m</sup> 53. 9</p> <p>I = 2. 18. 0. 0</p>	<p>Δ<sup>2</sup>(C) + Δ<sup>2</sup>(O) = -28. 15</p> <p>b = - 7. 1</p> <p>log. sin 1/2 q = 8.1791558 +</p> <p>log. sin 1/2 q = 6.3583116 +</p> <p>log. p = 3.1418647 -</p> <p>log. f = 0.1781513 -</p> <p>log. f<sup>2</sup> = 0.2783276 +</p> <p>f<sup>2</sup> = 1.<sup>h</sup> 49. 81</p> <p>= 0.<sup>h</sup> 1.<sup>m</sup> 53. 9</p> <p>I = 2. 18. 0. 0</p>
--	---	---

Comprobación

<p>Δ<sup>1</sup> = +2.<sup>o</sup> 59. 12. 9</p> <p>log x = 9.5001763 +</p> <p>log Δ<sup>1</sup> = 4.0715256 +</p> <p>log Δ<sup>2</sup> = 3.5517019 +</p> <p>f<sup>2</sup> = +0.<sup>o</sup> 56. 41. 8</p> <p>2.<sup>o</sup> E = + 1.5</p> <p>correcc. = +0. 56. 42. 3</p>	<p>Δ<sup>2</sup> = -13. 6</p> <p>log x = 9.5001763 +</p> <p>log x<sup>2</sup> = 9.5337721 -</p> <p>log Δ<sup>2</sup> = 1.1335389 -</p> <p>log 2.E = 0.1674873 +</p> <p>(C = 104.<sup>o</sup> 30. 40. 0</p> <p>correcc. = +0. 56. 42. 3</p> <p>(C = 102. 27. 23. 2</p>	<p>log f<sup>2</sup> = 0.2783276 +</p> <p>- log b = 0.4781513 +</p> <p>log x = 9.5001763 +</p> <p>x = +0. 3164</p> <p>x - 1 = -0.6836</p> <p>x - 1 / 2 = -0.2418</p> <p>diff = 180.<sup>o</sup> próximamente</p>	<p>Δ<sup>2</sup> = +15. 17. 1      Δ<sup>2</sup> = 0. 0</p> <p>log x = 9.5001763 +</p> <p>log Δ<sup>2</sup> = 2.9621167 +</p> <p>log 1.<sup>o</sup> E = 2.4825930 +</p> <p>1.<sup>o</sup> E = +1. 50. 11</p> <p>0.<sup>o</sup> E = 0. 0</p> <p>correcc. = +4. 50. 1</p> <p>0.<sup>o</sup> = 282.<sup>o</sup> 27. 32. 9</p> <p>0.<sup>o</sup> = 282. 27. 23. 0</p>
--	---	--	---



## Fechas en que la Luna llega al perigeo ó apogeo.

Las fechas en que la Luna llega al perigeo ó apogeo se calcularán por doble mano del modo siguiente.

28.º --- Designemos por  $P$  la paralaje horizontal ecuatorial de la Luna para el instante  $\underline{I} = 0^h, 12^h$ , determinado por la circunstancia de tener signos contrarios las dos diferencias primeras que el mismo lugar  $P$  contribuye á formar en la serie de dichas paralajes; por  $P'$  la paralaje horizontal ecuatorial de la Luna á la hora  $\underline{F}$  en que este astro llega al perigeo ó apogeo; por  $t$  el número de horas que transcurren entre el instante  $\underline{I}$  y la hora  $\underline{F}$ ; hagámos  $\frac{t^h}{12^h} = x$ , y tendremos

$$P' = P + x \frac{1}{2} (\Delta_{-1}' + \Delta_{+1}') + x \frac{2^2}{2} \Delta_0^2.$$

Como en el momento en que la Luna llega al  $\left. \begin{matrix} \text{perigeo} \\ \text{apogeo} \end{matrix} \right\}$ ,  $P'$  ha de ser un  $\left. \begin{matrix} \text{máximo} \\ \text{mínimo} \end{matrix} \right\}$ , tendremos

$$\frac{dP'}{dx} = \frac{1}{2} (\Delta_{-1}' + \Delta_{+1}') + x \cdot \Delta_0^2 = 0$$

$$x = - \frac{\Delta_{-1}' + \Delta_{+1}'}{2 \Delta_0^2}$$

$$t^h = -6 \frac{\Delta_{-1}' + \Delta_{+1}'}{\Delta_0^2} = f \cdot \frac{\Delta_{-1}' + \Delta_{+1}'}{\Delta_0^2}$$

$$\log. f = 0,7781513 -$$

$$\underline{F} = \underline{I} + t^h$$

Las fechas en que la Luna llega al perigeo ó al apogeo, se dan en el anuario numérico en horas justas.

Se confrontarán los resultados finales de estos cálculos.

Para aclaración de lo espuesto, harémos un ejemplo.

Supongamos que la serie de las paralajes mínimas del mes sea

Marzo 4.º	0.º	54.º	2.º	7	
					- 2.º
	12.º	54.º	0.º	7	+ 1.º
					- 0.6
	5.º	0.º	54.º	0.º	+ 1.5
					+ 0.9
	12.º	54.º	1.º	0	

A la simple inspección de esta serie vemos que el lugar que se debe tomar para el cálculo es 5.º 0.º, pues que la paralaje correspondiente á esta fecha es la que produce las dos diferencias primeras que tienen signo contrario; tendremos, pues,

$$\underline{I} = \text{Marzo } 5.º 0 \quad \underline{F} = \text{Apogeo} = \underline{I} + t^h$$

$$\begin{aligned} \Delta_{-1}' &= -0.6 & \Delta_0^2 &= +1.5 \\ \Delta_{+1}' &= +0.9 \\ \hline \Delta_{-1}' + \Delta_{+1}' &= +0.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log. (\Delta_{-1}' + \Delta_{+1}') &= 9,1771213 + \\ \log. f &= 0,7781512 - \\ \hline \text{suma} &= 0,2552726 - \\ - \log. \Delta_0^2 &= 0,1760913 + \\ \hline \log. t^h &= 0,0791813 - \end{aligned}$$

$$t^h = -0.º 1.º 2$$

$$\underline{I} = 5.º 0,0$$

$$\underline{F} = \text{Apogeo} = \underline{I} + t^h = \text{Marzo } 4.º 22,8$$



## Edad ó dias de la Luna.

49<sup>o</sup> — Se da el nombre de edad ó dias de la Luna á una porción de tiempo medio, al intervalo de tiempo que media entre el instante de la conjunción ó novilunio anterior á dicha hora y la misma hora  $h$ ; es, pues, sumamente fácil hallar los dias de la Luna en el momento de un mediodía medio ( $F+1$ ); pues que obtenida la hora á que se verifica la conjunción ó novilunio en un día  $F$ , expresada, para el objeto de que se trata, en décimos de día, será ( $24^h$  - la hora de la conjunción) =  $D_0$ , la edad ó dias de la Luna en el momento del mediodía cuya fecha es ( $F+1$ ); y agregando sucesivamente una unidad á dicho residuo  $D_0$ , se obtendrán los dias de la Luna en los mediodías consecutivos.

50<sup>o</sup> — Al mismo tiempo que se halla la hora de cada conjunción cuando se calculen las fases de la Luna, se encontrará tambien el valor de  $D_0$ , que será la edad de la Luna en el momento del mediodía que sigue inmediatamente al novilunio, del modo que se expresa en el precepto anterior; y cuando se haga la copia en tiempo del almanaque náutico, se escribirá este valor de  $D_0$  en el lugar que le está asignado; se le añadirá sucesivamente una unidad á  $D_0$  y se obtendrán los dias de la Luna en los mediodías sucesivos hasta llegar á aquel en que se verifica el novilunio siguiente:— Desde este día se principia de nuevo la cuenta sirviéndose del valor de  $D_0$  encontrado para esta conjunción.— Los dias de la Luna se dan en el almanaque náutico al décimo de día.

Se confrontará lo hecho.

Para aclaracion de lo expuesto pondremos un ejemplo.

Supongamos que se verifique una conjunción ó novilunio en Marzo á las 16<sup>h</sup> 6<sup>m</sup> 17<sup>s</sup> = 16<sup>h</sup> 6<sup>m</sup> 3; la edad de la Luna al día 17 á 0<sup>h</sup> será  $D_0 = 24^h - 0^h 6^m 3^s = 0^h 17^m$ ; y sumando sucesivamente una unidad á  $0^h 17^m$ , tendremos respectivamente 1<sup>h</sup> 17<sup>m</sup>, 2<sup>h</sup> 17<sup>m</sup>, 3<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> — por la edad de la Luna en los mediodías consecutivos 18, 19, 20, — hasta el día en que se verifique la conjunción ó novilunio siguiente.

51<sup>o</sup> — Despues de obtenidas, para todo el año, las horas de las fases, las de la llegada al perigeo ó apogeo y la edad ó dias de la Luna en el momento del mediodía medio que sigue inmediatamente al novilunio, se pondrán en tiempo en un medio pliego de papel del modo que se expresa en el modelo que acompaña á esta instruccion

Se confrontará lo hecho.



## Ascension recta y declinacion aparentes.

El cálculo de la ascension recta y declinacion aparentes de la Luna, se hará de doce en doce horas y en las mismas fechas para que se han calculado la longitud, latitud, etc. por las fórmulas

$$\tan \theta = \frac{\tan \beta}{\sin \lambda};$$

$$\tan \alpha = \tan \lambda \frac{\cos(\theta + w)}{\cos \theta} = \tan \lambda \frac{\cos(\theta + w)}{\sin \theta \cot \theta}; \quad \sin \delta = \sin \beta \frac{\sin(\theta + w)}{\sin \theta} = \sin \beta \frac{\sin(\theta + w)}{\cot \theta \tan \theta};$$

en las que

$\alpha$  representa la ascension recta aparente de la Luna, contada desde el equinoccio verdadero,

$\delta$  ——— la declinacion aparente de la Luna,

$w$  ——— la oblicuidad aparente de la ecliptica.

Para el cálculo de estas fórmulas se observarán los preceptos siguientes.

52<sup>o</sup> — Se escribirán a un tiempo en los tipos el log. tan  $\beta$  y el log. sin  $\beta$ , teniendo presente que

Quando el arco  $\beta$  sea  $\leq 60$ , se hallarán su seno y su tangente por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

53<sup>o</sup> — Se escribirán a un tiempo en los tipos el log. sin  $\lambda$  y el log. tan  $\lambda$ , teniendo presente que

Quando  $\lambda$  esté comprendido entre  $359$  y  $361$  ó entre  $179$  y  $181$ , se hallarán su seno y su tangente por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Quando  $\lambda$  esté comprendido entre  $89$  y  $91$  ó entre  $269$  y  $271$ , se hallará el valor de tan  $\lambda$ , buscando, por el procedimiento anterior, la tan( $\lambda \approx 90$ ) ó tan( $\lambda \approx 270$ ); y el complemento aritmético de la tangente de esta diferencia, despues de agregar una decena a la característica de este complemento, será el logaritmo tabular ó aumentado de tan  $\lambda$ . — En efecto

$$\log. \text{efect. tan } \lambda = -\log. \text{efect. tan}(90^\circ - \lambda)$$

$$= 10 - \log. \text{num. tan}(90^\circ - \lambda)$$

$$\log. \text{num. tan } \lambda = 10 + [10 - \log. \text{num. tan}(90^\circ - \lambda)]$$

54<sup>o</sup> — Se efectuarán todas las subtracciones que deban dar a log. tan  $\theta$ . — Si estas subtracciones son posibles, con los logaritmos tales como se toman de las tablas, se agregará una decena a la característica del residuo para obtener el logaritmo tabular ó aumentado de tan  $\theta$ ; y  $\theta$  será  $> 45^\circ$ . — Si las subtracciones no son posibles, con los logaritmos tales como se toman de las tablas, se agregará (nentalmente) una decena a la característica del log. tan  $\beta$ ; y el residuo que se obtenga con este nuevo minuendo, será el logaritmo tabular ó aumentado de tan  $\theta$ ; y  $\theta$  será  $< 45^\circ$ .

Se computará lo pedido.



55° - Se hallarán los valores numéricos de  $\theta$ , siempre en el primer cuadrante, al centésimo de segundo, teniendo presente que

Cuando  $\theta$  deba ser menor que  $60'$  se determinará su valor por medio de los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $\theta$  deba ser mayor que  $89^\circ$ , se determinará a  $\theta$  hallando el complemento aritmético del log. efect. tan  $\theta$  etc. es, del log. tan  $\theta$  escrito en el tipo, prescindiendo de la decena de la característica; y determinando, por el procedimiento anterior, el arco  $\theta' < 1^\circ$  que corresponde a dicho complemento aritmético, más  $\theta - 90^\circ - \theta'$ . En efecto

$$\begin{aligned} \log. \text{efect. tan}(90^\circ - x) &= \log. \text{efect. tan } x \\ \log. \text{aritm. tan}(90^\circ - x) &= 10 - \log. \text{efect. tan } x \end{aligned}$$

Se confrontará lo hecho.

56° - Inmediatamente después de hallado cada  $\theta$ , se escribirá en el lugar asignado en el tipo el complemento log. cos  $\theta$ ; y restando de este complemento el log. tan  $\theta$ , ya encontrado, obtendremos el complemento log. sin  $\theta$  que se pondrá en el lugar correspondiente; esta operación se hace a la vista añadiendo (mentalmente) una decena a la característica del complemento log. cos  $\theta$ . Se tendrá presente que

Cuando el arco  $\theta$  sea  $> 80^\circ$ , se debe tomar el complemento log. sin  $\theta$  y sumarlo con log. tan  $\theta$  para tener el complemento log. cos  $\theta$ ; y se le restará (mentalmente) una decena a la característica de la suma.

Este precepto se funda en las expresiones siguientes.

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}; \text{ de donde } \sin \theta = \cos \theta \tan \theta,$$

$$\log. \sin \theta = \log. \cos \theta + \log. \tan \theta$$

por consiguiente

$$10 - \log. \sin \theta = 10 - \log. \cos \theta - \log. \tan \theta$$

ó bien

$$\text{c.a. } \log. \sin \theta = \text{c.a. } \log. \cos \theta - \log. \tan \theta$$

de donde

$$\text{c.a. } \log. \cos \theta = \text{c.a. } \log. \sin \theta + \log. \tan \theta$$

57° - Se escribirá en el lugar correspondiente del tipo la oblicuidad aparente de la eclíptica, al centésimo de segundo.

58° - Se formarán los valores de  $(\theta + \omega)$

Se confrontará lo hecho.

59° - Se escribirán en el lugar asignado en el tipo el log. sin  $(\theta + \omega)$  y el log. cos  $(\theta + \omega)$ ; y se tendrá presente que

Cuando el valor numérico de  $(\theta + \omega)$  sea  $< 60'$ , se hallará el log. sin  $(\theta + \omega)$  sirviéndose de los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando el valor numérico de  $(\theta + \omega)$  esté comprendido entre  $89^\circ$  y  $91^\circ$ ,



se hallará su logaritmo coseno, buscando el  $\log. \sin. (90^\circ - (\theta + \delta))$  por el procedimiento anterior.

Se confrontará lo hecho.

60° --- Se harán las sumas que dan los valores de  $\log. \tan \alpha$  y de  $\log. \sin \delta$ , teniendo cuidado de omitir una decena en la característica de la suma final para obtener los logaritmos tabulados o aumentados de  $\tan \alpha$  y  $\sin \delta$ .

Se confrontará lo hecho.

61° --- Se determinarán los valores de  $\alpha^\circ$  y  $\delta^\circ$ , al centésimo de segundo.

Para determinar el cuadrante en que se halla el arco  $\alpha$ , basta tener presente que  $\cos \alpha$  debe tener el mismo signo que  $\cos \delta$ , según se deduce de la expresión

$$\cos \alpha \cos \delta = \cos \alpha \cos \delta.$$

Determinado por esta consideración el signo de  $\cos \alpha$ , con este y el que resulta de la fórmula para  $\tan \alpha$ , se tendrá el cuadrante en que termina el arco  $\alpha$ .

Al hallar los valores de  $\alpha^\circ$  y  $\delta^\circ$ , se debe tener presente que

Cuando  $\alpha^\circ$  deba estar comprendida entre  $359^\circ$  y  $361^\circ$  o entre  $179^\circ$  y  $181^\circ$ , se determinará su valor sirviéndose de los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $\alpha^\circ$  deba estar comprendida entre  $89^\circ$  y  $91^\circ$  o entre  $269^\circ$  y  $271^\circ$ , se determinará su valor, hallando el complemento aritmético del  $\log. \cot. \tan \alpha$ , esto es, del logaritmo escrito en el tipo, prescindiendo de una decena en su característica, y determinando por el procedimiento anterior el arco  $\alpha$ ,  $< 1^\circ$  de que dicho complemento es logaritmo tangente; con este arco  $\alpha$ , se forma el arco  $\alpha^\circ$ .

Cuando  $\delta^\circ$  deba ser  $< 60'$ , se determinará su valor por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Se confrontará lo hecho.

62° --- Los valores de  $\alpha^\circ$  se dividirán por 15, para obtener  $\alpha^t$  = ascension recta aparente, en tiempo, y se conservarán tres cifras decimales en el resultado.

Se confrontará lo hecho.

63° --- Se pondrá en serie, deduciendo hasta las cuartas diferencias, la ascension recta aparente, en tiempo, para de doce en doce horas, al milésimo de segundo, la declinación aparente, para de doce en doce horas al centésimo de segundo.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del cuarto orden.

64° --- Se interpolará para de hora en hora, corrigiendo hasta de cuartas diferencias, la ascension recta aparente, ya obtenida para de doce en doce horas, la declinación aparente, ya obtenida para de doce en doce horas.



Antes de proceder á estas interpolaciones se deberán comprobar todas las cantidades que, como datos, se toman de las series; esto es, la ascension recta y declinacion aparentes para de doce en doce horas,  $\frac{1}{10} \Delta^1$ ,  $(\Delta_0^2 + \Delta_{+1}^2)$ ,  $\Delta_{+1}^3$  y  $(\Delta_0^4 + \Delta_{+1}^4)$ .

### Se compararán lo hecho.

65° --- Se pondrá en serie, deduciendo hasta las segundas diferencias, la ascension recta aparente, para de hora en hora, al centésimo de segundo, la declinacion aparente, para de hora en hora, al décimo de segundo.

Se compararán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del segundo orden.

66° --- Se hallará, al centésimo de segundo, la variacion de la declinacion en diez minutos, sirviendose de las tablas calculadas al efecto, y teniendo cuidado de escribir cada variacion á la derecha y enfrente de la hora á que corresponde en la serie de la declinacion; á la serie de estas variaciones se le deducirán hasta las segundas diferencias.

Se compararán estas variaciones y las diferencias de segundo orden.



18. *Fases de la Luna, Llegada de este astro al perigeo o apogeo y edad de la Luna en el momento del medio-dia que sigue inmediatamente á la conjuncion.*

<p><u>Enero.</u></p> <p>Día 2 á 1.<sup>ra</sup> 35,9 V. C. en Tauro.          Día 8 á 16. 28,9 L. N. en Leo.          Día 15 á 23. 17,6 P. C. en Escorpio.          Día 24 á 1. 47,0 P. L. en Piscis.          Día 31 á 7. 54,2 V. C. en Géminis.          Día 1 á 11.<sup>ta</sup> Luna en el Apogeo.          Día 13 á 20. Luna en el Perigeo.          Día 23 á 19. Luna en el Apogeo.          Día 13 á 0.<sup>ta</sup> <math>D_0 = 0,3</math></p>	<p><u>Mayo.</u></p>	<p><u>Setiembre.</u></p>
<p><u>Febrero.</u></p>	<p><u>Junio.</u></p>	<p><u>Octubre.</u></p>
<p><u>Marzo.</u></p>	<p><u>Julio.</u></p>	<p><u>Noviembre.</u></p>
<p><u>Abril.</u></p>	<p><u>Agosto.</u></p>	<p><u>Diciembre.</u></p>



## Luna. Tablas de Burchhardt.

Épocas de los argumentos de las ecuaciones, de la longitud media y del suplemento del nodo, para 1.<sup>o</sup> de Enero. t. m. a. de San Fernando.

Como las épocas de las tablas de Burchhardt corresponden a 0.<sup>o</sup> 12.<sup>o</sup> de Enero t. m. a. de París, y S. Fernando está 3.<sup>m</sup> 10.<sup>o</sup> a occidente de París, se sigue que sumando a las épocas de las tablas la variación de cada una en 12.<sup>o</sup> 3.<sup>m</sup> 10.<sup>o</sup>, se tendrán las épocas para 1.<sup>o</sup> de Enero t. m. a. de S. Fernando.

A las épocas de las ecuaciones mayores, de la longitud media y del suplemento del nodo se les aplicará además la variación secular, con su signo, correspondiente a principio del año; y se formará después una tabla que dé la parte proporcional de la variación secular para las diversas fechas del año. — Cuando esta parte proporcional resulte negativa, se le aplicará una constante positiva algo mayor que el máximo valor negativo de la parte proporcional; y aun cuando el valor de esta constante es arbitrario, se le puede suponer siempre igual a la diferencia numérica entre las variaciones seculares correspondientes a los años  $A$  y  $(A+1)$ , siendo  $A$  el año del cálculo, mas un décimo de segundo.

El error que se comete al hacer esta adición se corrige aplicando la misma constante con signo negativo a la época hallada del argumento. Con esto se consigue que todos los argumentos que ocurren en el año se formen por sumas, lo cual es mas cómodo.

Ejemplo. — En el año 1856 se ve, al formar las épocas, que las partes proporcionales de la variación secular del suplemento del nodo deben ser negativas; se restará, pues, de su época 0.<sup>o</sup> 3.<sup>o</sup> = 0.<sup>o</sup> 2.<sup>o</sup> + 0.<sup>o</sup> 1.<sup>o</sup>, y se sumará la misma cantidad a las partes proporcionales de la variación secular del suplemento del nodo.

Venus

Tabla auxiliar

Día	Hora	Seg. en												
		1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012
1370	1077	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438
1371	1078	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442
1372	1079	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446
1373	1080	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450
1374	1081	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454
1375	1082	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458
1376	1083	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462
1377	1084	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466
1378	1085	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470
1379	1086	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474
1380	1087	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478
1381	1088	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482
1382	1089	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486
1383	1090	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490
1384	1091	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494
1385	1092	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498
1386	1093	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1500	1501	1502
1387	1094	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1500	1501	1502	1503	1504	1505	1506
1388	1095	1498	1499	1500	1501	1502	1503	1504	1505	1506	1507	1508	1509	1510
1389	1096	1502	1503	1504	1505	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512	1513	1514
1390	1097	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512	1513	1514	1515	1516	1517	1518
1391	1098	1510	1511	1512	1513	1514	1515	1516	1517	1518	1519	1520	1521	1522
1392	1099	1514	1515	1516	1517	1518	1519	1520	1521	1522	1523	1524	1525	1526
1393	1100	1518	1519	1520	1521	1522	1523	1524	1525	1526	1527	1528	1529	1530
1394	1101	1522	1523	1524	1525	1526	1527	1528	1529	1530	1531	1532	1533	1534
1395	1102	1526	1527	1528	1529	1530	1531	1532	1533	1534	1535	1536	1537	1538
1396	1103	1530	1531	1532	1533	1534	1535	1536	1537	1538	1539	1540	1541	1542
1397	1104	1534	1535	1536	1537	1538	1539	1540	1541	1542	1543	1544	1545	1546
1398	1105	1538	1539	1540	1541	1542	1543	1544	1545	1546	1547	1548	1549	1550
1399	1106	1542	1543	1544	1545	1546	1547	1548	1549	1550	1551	1552	1553	1554
1400	1107	1546	1547	1548	1549	1550	1551	1552	1553	1554	1555	1556	1557	1558
1401	1108	1550	1551	1552	1553	1554	1555	1556	1557	1558	1559	1560	1561	1562
1402	1109	1554	1555	1556	1557	1558	1559	1560	1561	1562	1563	1564	1565	1566
1403	1110	1558	1559	1560	1561	1562	1563	1564	1565	1566	1567	1568	1569	1570
1404	1111	1562	1563	1564	1565	1566	1567	1568	1569	1570	1571	1572	1573	1574
1405	1112	1566	1567	1568	1569	1570	1571	1572	1573	1574	1575	1576	1577	1578
1406	1113	1570	1571	1572	1573	1574	1575	1576	1577	1578	1579	1580	1581	1582
1407	1114	1574	1575	1576	1577	1578	1579	1580	1581	1582	1583	1584	1585	1586
1408	1115	1578	1579	1580	1581	1582	1583	1584	1585	1586	1587	1588	1589	1590
1409	1116	1582	1583	1584	1585	1586	1587	1588	1589	1590	1591	1592	1593	1594
1410	1117	1586	1587	1588	1589	1590	1591	1592	1593	1594	1595	1596	1597	1598
1411	1118	1590	1591	1592	1593	1594	1595	1596	1597	1598	1599	1600	1601	1602
1412	1119	1594	1595	1596	1597	1598	1599	1600	1601	1602	1603	1604	1605	1606
1413	1120	1598	1599	1600	1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610
1414	1121	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610	1611	1612	1613	1614
1415	1122	1606	1607	1608	1609	1610	1611	1612	1613	1614	1615	1616	1617	1618
1416	1123	1610	1611	1612	1613	1614	1615	1616	1617	1618	1619	1620	1621	1622
1417	1124	1614	1615	1616	1617	1618	1619	1620	1621	1622	1623	1624	1625	1626
1418	1125	1618	1619	1620	1621	1622	1623	1624	1625	1626	1627	1628	1629	1630
1419	1126	1622	1623	1624	1625	1626	1627	1628	1629	1630	1631	1632	1633	1634
1420	1127	1626	1627	1628	1629	1630	1631	1632	1633	1634	1635	1636	1637	1638
1421	1128	1630	1631	1632	1633	1634	1635	1636	1637	1638	1639	1640	1641	1642
1422	1129	1634	1635	1636	1637	1638	1639	1640	1641	1642	1643	1644	1645	1646
1423	1130	1638	1639	1640	1641	1642	1643	1644	1645	1646	1647	1648	1649	1650
1424	1131	1642	1643	1644	1645	1646	1647	1648	1649	1650	1651	1652	1653	1654
1425	1132	1646	1647	1648	1649	1650	1651	1652	1653	1654	1655	1656	1657	1658
1426	1133	1650	1651	1652	1653	1654	1655	1656	1657	1658	1659	1660	1661	1662
1427	1134	1654	1655	1656	1657	1658	1659	1660	1661	1662	1663	1664	1665	1666
1428	1135	1658	1659	1660	1661	1662	1663	1664	1665	1666	1667	1668	1669	1670
1429	1136	1662	1663	1664	1665	1666	1667	1668	1669	1670	1671	1672	1673	1674
1430	1137	1666	1667	1668	1669	1670	1671	1672	1673	1674	1675	1676	1677	1678
1431	1138	1670	1671	1672	1673	1674	1675	1676	1677	1678	1679	1680	1681	1682
1432	1139	1674	1675	1676	1677	1678	1679	1680	1681	1682	1683	1684	1685	1686
1433	1140	1678	1679	1680	1681	1682	1683	1684	1685	1686	1687	1688	1689	1690
1434	1141	1682	1683	1684	1685	1686	1687	1688	1689	1690	1691	1692	1693	1694
1435	1142	1686	1687	1688	1689	1690	1691	1692	1693	1694	1695	1696	1697	1698
1436	1143	1690	1691	1692	1693	1694	1695	1696	1697	1698	1699	1700	1701	1702
1437	1144	1694	1695	1696	1697	1698	1699	1700	1701	1702	1703	1704	1705	1706
1438	1145	1698	1699	1700	1701	1702	1703	1704	1705	1706	1707	1708	1709	1710
1439	1146	1702	1703	1704	1705	1706	1707	1708	1709	1710	1711	1712	1713	1714
1440	1147	1706	1707	1708	1709	1710	1711	1712	1713	1714	1715	1716	1717	1718
1441	1148	1710	1711	1712	1713	1714	1715	1716	1717	1718	1719	1720	1721	1722
1442	1149	1714	1715	1716	1717	1718	1719	1720	1721	1722	1723	1724	1725	1726
1443	1150	1718	1719	1720	1721	1722	1723	1724	1725	1726	1727	1728	1729	1730
1444	1151	1722	1723	1724	1725	1726	1727	1728	1729	1730	1731	1732	1733	1734
1445	1152	1726	1727	1728	1729	1730	1731	1732	1733	1734	1735	1736	1737	1738
1446	1153	1730	1731	1732	1733	1734	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742
1447	1154	1734	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742	1743	1744	1745	1746
1448	1155	1738	1739	1740	1741	1742	1743	1744	1745	1746	1747	1748	1749	1750
1449	1156	1742	1743	1744	1745	1746	1747	1748	1749	1750	1751	1752	1753	1754
1450	1157	1746	1747	1748	1749	1750	1751	1752	1753	1754	1755	1756	1757	1758
1451	1158	1750	1751	1752	1753	1754	1755	1756	1757	1758	1759	1760	1761	1762
1452	1159	1754	1755	1756	1757	1758	1759	1760	1761	1762	1763	1764	1765	1766
1453	1160	1758	1759	1760	1761	1762	1763	1764	1765	1766	1767	1768	1769	1770
1454	1161	1762	1763	1764	1765	1766	1767	1768	1769	1770	1771	1772	1773	1774
1455	1162	1766	1767	1768	1769	1770	1771	1772	1773	1774	1775	1776	1777	1778
1456	116													



Venus.

Tabla auxiliar

Años	log. <i>cos. c</i>	log. <i>sin. c</i>											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.
		9.999	8.772	8.772	8.772	8.772	8.772	8.772	8.772	8.772	8.772	8.772	8.772
1870	2379	2406	2407	2409	2410	2411	2413	2414	2415	2417	2418	2419	2421
1871	2379	2422	2423	2425	2426	2427	2429	2430	2431	2433	2434	2435	2437
1872 B	2379	2438	2439	2441	2442	2443	2445	2447	2448	2450	2451	2452	2454
1873	2379	2454	2455	2457	2458	2459	2461	2462	2463	2465	2466	2467	2469
1874	2379	2470	2471	2473	2474	2475	2477	2478	2479	2480	2481	2482	2484
1875	2379	2486	2487	2489	2490	2491	2493	2494	2495	2496	2497	2498	2500
1876 B	2379	2502	2503	2505	2506	2507	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2516
1877	2379	2518	2519	2521	2522	2523	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2532
1878	2379	2534	2535	2537	2538	2539	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2548
1879	2379	2550	2551	2553	2554	2555	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2564
1880 B	2379	2566	2567	2569	2570	2571	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2580
1881	2379	2582	2583	2585	2586	2587	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2596
1882	2379	2598	2599	2601	2602	2603	2605	2606	2607	2608	2609	2610	2612
1883	2379	2614	2615	2617	2618	2619	2621	2622	2623	2624	2625	2626	2628
1884 B	2379	2630	2631	2633	2634	2635	2637	2638	2639	2640	2641	2642	2644
1885	2379	2647	2648	2650	2651	2652	2654	2655	2656	2657	2658	2659	2661
1886	2379	2663	2664	2666	2667	2668	2670	2671	2672	2673	2674	2675	2677
1887	2378	2679	2680	2682	2683	2684	2686	2687	2688	2689	2690	2691	2693
1888 B	2378	2695	2696	2698	2699	2700	2702	2703	2704	2705	2706	2707	2709
1889	2378	2711	2712	2714	2715	2716	2718	2719	2720	2721	2722	2723	2725
1890	2378	2727	2728	2730	2731	2732	2734	2735	2736	2737	2738	2739	2741
1891	2378	2743	2744	2746	2747	2748	2750	2751	2752	2753	2754	2755	2757
1892 B	2378	2760	2761	2763	2764	2765	2767	2768	2769	2770	2771	2772	2774
1893	2378	2776	2777	2779	2780	2781	2782	2783	2784	2785	2786	2787	2789
1894	2378	2791	2792	2794	2795	2796	2798	2799	2800	2801	2802	2803	2805
1895	2378	2807	2808	2810	2811	2812	2814	2815	2816	2817	2818	2819	2821
1896 B	2378	2824	2825	2827	2828	2829	2831	2832	2833	2834	2835	2836	2838
1897	2378	2840	2841	2843	2844	2845	2847	2848	2849	2850	2851	2852	2854
1898	2378	2855	2856	2858	2859	2860	2862	2863	2864	2865	2866	2867	2869
1899	2378	2872	2873	2875	2876	2877	2879	2880	2881	2882	2883	2884	2886
1900 C	2378	2888	2889	2891	2892	2893	2895	2896	2897	2898	2899	2900	2902



## Instrucción para los cálculos de Venus.

Todos los cálculos de Venus se harán por doble mano con total y absoluta independencia.

### Lugares heliocéntricos.

Estos cálculos se harán directamente para de cuatro en cuatro medios días medios del año A por las tablas de Le Verrier, empezando el 12 de Diciembre del año (A-1) y concluyendo el  $\left\{ \begin{smallmatrix} 20 \\ 19 \end{smallmatrix} \right\}$  de Enero del año (A+1) según que el año A sea  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{común} \\ \text{bisesto} \end{smallmatrix} \right\}$ , observando los preceptos siguientes.

1.º Se escribirán en los tipos las fechas para que se vá a calcular hallando al mismo tiempo, por medio de un almanaque náutico, el factor  $f = (A - 1800)$ , + el número u que dá, al centésimo, el expresado almanaque en la columna "Fracción del año". - En la expresión de f representa A el año para que se calcula y

$$u = \frac{\text{número de días transcurridos desde principios del año}}{365,25}$$

Estos valores de f se escribirán debajo de los de "Var. sec. (E)" y "Var. sec. (r)".

2.º A las épocas de la longitud media, del perihelio y del nodo, para el meridiano de Paris, tomadas de la tabla I, se les colocará debajo los monumentos de cada una desde 1.º de Enero, hasta el mediodía para que se calcula, tomando estos monumentos de la tabla III; estas cantidades tienen debajo impreso en el tipo el resultado que dá para la longitud heliocéntrica la tabla IV con el objeto de reducirlas al meridiano de San Fernando; en el Perihelio y Nodo esta corrección es = 0.00; últimamente se colocará también debajo de estas cantidades el resultado de la tabla V y se hará la suma algebraica de estas cantidades. Para la formación de los argumentos de las perturbaciones sirven también las tablas I, III, IV y V. La corrección para l que se obtiene en la tabla IV está impresa en el tipo.



3.º Debajo de la longitud del perihelio se escribirá la longitud media del planeta en su órbita =  $l_m$ , y se obtiene la Anom. m. =  $l_m - \text{Perih.}$

Se confrontará lo hecho.

4.º Con el argumento „Anom. m.“ se entrará en la tabla VI tomando de ella un primer resultado para 1850, correspondiente al argumento próximo menor y la diferencia que trae el autor entre los resultados de la tabla que deben comprender al que se busca, escribiendo en el acto debajo de esta diferencia la  $f'$  que hay entre el argumento „Anom. m.“ y el correspondiente al primer resultado, expresado en minutos y milésimos de minuto. Simultáneamente se tomará la variación secular interpolada a la vista para el minuto del argumento „Anom. m.“ A todas estas cantidades se les pondrán los signos correspondientes.

5.º Se multiplicará la diferencia  $\Delta(E)$  por el factor  $f'$ ; este producto se dividirá por diez y con el signo de la diferencia, se escribirá al centésimo debajo del primer resultado haciendo la suma algebraica de ambas cantidades.

6.º Se multiplicará la variación secular por el factor  $f$  de que se habló en el precepto 1.º; este producto se dividirá por 100 y con el signo correspondiente se aplicará algebraicamente y al centésimo de segundo, al resultado del precepto (5.º). - Lo que se obtenga será la ecuación del centro =  $(E)$  que se aplicará con su signo a  $l_m$ , para obtener  $l_e$  = longitud eclíptica del planeta en su órbita.

Se confrontará lo hecho.

7.º Se formarán los argumentos compuestos que indica el tipo.

8.º Se entrará en las tablas VIII, IX ..... XXIII, con los argumentos correspondientes, obteniendo los resultados en unidades de las tablas que serán centésimos de segundo, teniendo cuidado al trasladarla en el tipo colocarla



en la columna {positiva} segun tengan el signo {+}. Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos sumas, se restaran entre si, a esta diferencia se le pondrá el signo de la mayor que se colocará en la cuadrícula "Perturb."

9º Se trasladarán las perturbaciones debajo de la longitud elíptica =  $l_2$ , teniendo cuidado de dejar esta cantidad al centésimo de segundo y aplicandola con su signo a  $l_2$  se obtendrá  $l_4$  = longitud verdadera (lugar geométrico) corregida del planeta en su órbita.

10º Debajo de la longitud del nodo se escribirá la longitud verdadera corregida del planeta en su órbita =  $l_4$ ; y el resultado  $l_4$  - Nodi = argumento de latitud, será lo que en el tipo se denomina  $a$ .

Se confrontará lo hecho.

11º Con el log. cos.  $i$ , tomado de la tabla auxiliar, se tiene

$$\tan. a' = \cos. i. \tan. a ; l' = l_4 + (a' - a) = l_4 + (d) .$$

El valor de  $a'$  se obtendrá al centésimo de segundo.

Para el cálculo de la primera de estas ecuaciones, se tendrá presente que cuando  $a$  sea  $< 60'$ , se hallará el log. tan.  $a$  por los procedimientos que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $a$  sea  $> 89^\circ$ , se hallará el log. tan.  $a$  buscando por el procedimiento anterior, la  $\tan(a - 90^\circ)$ ; y el complemento aritmético de la tangente de esta diferencia, despues de agregar una decena a la característica de este complemento, será el logaritmo tabular ó aumentado de tan.  $a$ .

Cuando  $a'$  deba ser  $< 60'$ , se determinará su valor por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $a'$  deba ser  $> 89^\circ$ , se determinará su valor hallando el complemento aritmético del log. efec. tan.  $a'$ , esto es, del log. tan.  $a'$  escrito en el tipo prescindiendo de la decena de la característica; y determinando por el



- procedimiento anterior, el arco  $a'' < 1^\circ$  que corresponde a dicho complemento aritmético, será  $a' = 90^\circ - a''$ .
- 12.º Se aplicará a  $l'$  el efecto de ambas mutaciones y se obtendrá un resultado  $h =$  longitud verdadera heliocéntrica (lugar geométrico) contada desde el equinoccio verdadero.

Se confrontará lo hecho.

- 13.º Con el argumento „Anom. m.“ se entrará en la tabla XXIX tomando de ella un primer resultado para 1850 correspondiente al argumento próximo menor y la diferencia que trae el autor entre los resultados de la tabla que debe comprender al que se busca, escribiendo en el acto debajo de esta diferencia el factor  $f''$  ~~de que se habla en el precepto 11.º~~. Simultáneamente se tomará la variación secular interpolada a la vista para el minuto del argumento „Anom. m.“. A todas estas cantidades se les pondrán los signos correspondientes. — Las unidades de la variación secular, corresponden a la séptima cifra decimal del radio vector.
- 14.º Se multiplicará la diferencia  $\Delta l$  por el factor  $f''$ ; este producto se dividirá por 20 y, con el signo correspondiente y con una cifra decimal que corresponderá a la octava del radio vector, se aplicará al resultado del precepto 13.º.

- 15.º Se multiplicará la variación secular por el factor  $f$ ; este producto se dividirá por 100 y, con el signo correspondiente y con una cifra decimal que corresponderá a la octava del radio vector, se aplicará al resultado del precepto 14.º. — Lo que se obtenga será  $(r) =$  radio vector elíptico.

Se confrontará lo hecho.

- 16.º Con los argumentos correspondientes se entrará en las tablas XXX — XXXVII obteniendo los resultados al décimo de las unidades de las tablas que serán del octavo orden decimal, teniendo cuidado al trasladar la en el tipo colocarla en la columna  $\left. \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  según tengan el signo



{+}. Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos sumas se restaran entre sí, esta diferencia se colocará en su lugar correspondiente asignándole el signo de la mayor.

17.º Se trasladarán las perturbaciones del radio vector al lugar asignado en el tipo cuidando de que lleve ocho cifras decimales; y con su signo correspondiente, se aplicará á ( $r$ ) para deducir  $r = \text{radio vector}$  cuyo logaritmo se hallará con toda la exactitud que permitan las tablas.

Se confrontará lo hecho.

18.º Con el log. sin.  $i$ , tomado de la tabla auxiliar, se calculará la expresión

$$\sin. b = \sin. i \cdot \sin. a.$$

El valor de  $b$  se obtendrá al centésimo de segundo, con el signo {+} según los casos.

Para el cálculo de esta fórmula se tendrá presente que

Cuando el arco  $a$  sea  $< 60'$ , se hallará el log. sin.  $a$  por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $b$  deba ser  $< 60'$ , se determinará su valor por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos deban ser pequeños.

Se confrontará lo hecho.

19.º Con los argumentos correspondientes se entrará en las tablas XXVI, XXVII y XXVIII obteniendo los resultados en unidades de las tablas que serán centésimos de segundo, teniendo cuidado al trasladarla en el tipo colocarla en la columna {positiva} según tengan el signo {+}. Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos sumas se restaran entre sí, á esta diferencia se le pondrá el signo de la mayor que se colocará en la cuadrícula "Perturb."

20.º Se trasladarán las perturbaciones debajo de  $b$ , teniendo cuidado de



dejar esta cantidad al centésimo de segundo y aplicandola con su signo a  $b$  se obtendrá la „lat“ = latitud heliocéntrica verdadera { positiva } según fuere { boreal } { austral }.

Se comparará lo hecho.

21° Se pondrá en serie para de cuatro en cuatro días deduciendo hasta las sextas diferencias,

la longitud heliocéntrica verdadera contada desde el equinoccio verdadero, al centésimo de segundo,

la latitud heliocéntrica verdadera, al centésimo de segundo,

el logaritmo del radio vector con siete cifras de mantisa.

Se compararán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del sexto orden.







Marte

Tabla auxiliar.

Años	log. cose	log. sin. i.											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.
		9.999	8.509	8.509	8.509	8.509	8.509	8.509	8.509	8.509	8.509	8.509	8.509
1870	7734	0905	0903	0902	0901	0900	0898	0897	0896	0894	0893	0891	0890
1871	7734	0889	0888	0886	0885	0884	0882	0881	0880	0878	0877	0875	0874
1872 B	7734	0873	0872	0870	0869	0868	0866	0865	0864	0863	0862	0860	0859
1873	7734	0858	0857	0855	0853	0852	0850	0849	0848	0846	0845	0844	0843
1874	7734	0842	0841	0839	0838	0837	0835	0834	0833	0831	0830	0828	0827
1875	7734	0826	0825	0823	0822	0821	0819	0818	0817	0815	0814	0812	0811
1876 B	7734	0810	0809	0807	0806	0805	0803	0802	0801	0799	0798	0797	0796
1877	7734	0795	0794	0792	0791	0790	0788	0787	0786	0784	0783	0781	0780
1878	7734	0779	0778	0776	0775	0774	0772	0771	0770	0768	0767	0765	0764
1879	7734	0763	0762	0760	0759	0758	0756	0755	0754	0752	0751	0749	0748
1880 B	7734	0747	0746	0744	0743	0742	0740	0739	0738	0736	0735	0733	0732
1881	7734	0731	0730	0728	0727	0726	0724	0723	0722	0720	0719	0717	0716
1882	7734	0715	0714	0712	0711	0710	0708	0707	0706	0704	0703	0701	0700
1883	7735	0699	0698	0696	0695	0694	0692	0691	0690	0688	0687	0685	0684
1884 B	7735	0683	0682	0680	0679	0678	0676	0675	0674	0672	0671	0669	0668
1885	7735	0667	0666	0664	0663	0662	0660	0659	0658	0656	0655	0653	0652
1886	7735	0651	0650	0648	0647	0646	0644	0643	0642	0641	0640	0638	0637
1887	7735	0636	0635	0633	0632	0631	0629	0628	0627	0625	0624	0622	0621
1888 B	7735	0620	0619	0617	0616	0615	0613	0612	0611	0609	0608	0606	0605
1889	7735	0604	0603	0601	0600	0599	0597	0596	0595	0593	0592	0590	0589
1890	7735	0588	0587	0585	0584	0583	0581	0580	0579	0577	0576	0574	0573
1891	7735	0572	0571	0569	0568	0567	0565	0564	0563	0561	0560	0559	0558
1892 B	7735	0557	0556	0554	0553	0552	0550	0549	0548	0546	0545	0543	0542
1893	7735	0541	0540	0538	0537	0536	0534	0533	0532	0530	0529	0527	0526
1894	7735	0525	0524	0522	0521	0520	0518	0517	0516	0514	0513	0511	0510
1895	7735	0509	0508	0506	0505	0504	0502	0501	0500	0498	0497	0495	0494
1896 B	7735	0493	0492	0490	0489	0488	0486	0485	0484	0482	0481	0479	0478
1897	7735	0477	0476	0474	0473	0472	0470	0469	0468	0467	0465	0463	0462
1898	7735	0461	0460	0458	0457	0456	0454	0453	0452	0451	0449	0448	0447
1899	7735	0446	0445	0443	0442	0441	0439	0438	0437	0435	0434	0432	0431
1900 C	7735	0430	0429	0427	0426	0425	0423	0422	0421	0419	0418	0416	0415



## Instrucción para los cálculos de Marte.

Todos los cálculos de Marte se harán por doble mano con total y absoluta independencia.

### Lugares heliocéntricos.

Estos cálculos se harán directamente para de ocho en ocho medios días medios del año  $A$ , por las tablas de Le Verrier, empezando el 30 de Noviembre del año  $(A-1)$  y concluyendo el  $\left\{ \begin{smallmatrix} 5 \\ 4 \end{smallmatrix} \right\}$  de Febrero del año  $(A+1)$  según que el año  $A$  sea  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{común} \\ \text{bisiesto} \end{smallmatrix} \right\}$  observando los preceptos siguientes.

1.º Se escribirán en los tipos las fechas para que se va a calcular hallando al mismo tiempo, por medio de un almanaque náutico, el factor  $f = (t - 1850) +$  el número  $n$  que de, al centésimo, el expresado almanaque en la columna „Fracción del año.“ - En la expresión de  $f$  representa  $t$  el año para que se calcula y

$$n = \frac{\text{número de días transcurridos desde principios del año}}{365,25}$$

Estos valores de  $f$  se escribirán debajo de los de „Var. sec. (l)“ y „Var. sec. (r)“.

2.º A las épocas de la longitud media, del perihelio y del nodo, para el meridiano de París, tomadas de la tabla I, se les colocará debajo los movimientos de cada una desde 1.º de Enero, hasta el mediodía para que se calcula, tomando estos movimientos de la tabla III; estas cantidades bien debajo impreso en el tipo el resultado que da para la longitud heliocéntrica la tabla IV con el objeto de reducirlas al meridiano de San Fernando; en el Perihelio y Nodo esta corrección es 0,00; ultimamente se colocará también debajo de estas cantidades el resultado de la tabla V y se hará la suma algebraica de estas cantidades. Para la formación de los argumentos de las perturbaciones sirven también las tablas I, III, IV y V. La corrección para  $\Delta^{IV}$  está impresa en el tipo; cantidad que se obtiene en la tabla V.

3.º Debajo de la longitud del perihelio se escribirá la longitud media del planeta en su órbita  $= l_m$ , y se obtiene la Anom. m.  $= l_m - \text{Perih.}$

Se confrontará lo hecho.



- 4.º Con el argumento „Anom. m” se entrará en la tabla VI tomando de ella un primer resultado para 1850, correspondiente al argumento próximo menor y la diferencia que trae el autor entre los resultados de la tabla que deben comprender al que se busca, escribiendo en el acto, debajo de esta diferencia la  $f'$  que hay entre el argumento „Anom. m” y el correspondiente al primer resultado, expresado en minutos y milésimos de minuto. — Simultáneamente se tomará la variación secular interpolada a la vista para el minuto del argumento „Anom. m”. — A todas estas cantidades se les pondrán los signos correspondientes.
- 5.º Se multiplicará la diferencia  $\Delta(L)$  por el factor  $f'$ ; este producto se dividirá por diez y con el signo de la diferencia, se escribirá al centésimo debajo del 1.º resultado haciendo la suma algebraica de ambas cantidades.
- 6.º Se multiplicará la variación secular por el factor  $f$  de que se habló en el precepto 1.º; este producto se dividirá por 100 y con el signo correspondiente se aplicará algebraicamente y al centésimo de segundo, al resultado del precepto (5.º). Lo que se obtenga será la ecuación del centio  $= (E)$  que se aplicará con su signo a  $l_m$ , para obtener  $l_e =$  longitud elíptica del planeta en su órbita.
- Se confrontará lo hecho.
- 7.º Se formarán los argumentos <sup>componentes</sup> de las perturbaciones que indica el tipo.
- 8.º Se entrará en las tablas VIII, IX, — — XXXVIII, con los argumentos correspondientes, obteniendo los resultados en unidades de las tablas que serán centésimos de segundo, teniendo cuidado al trasladarla en el tipo colocarla en la columna  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  según tengan el signo  $\{ + \}$ . Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos sumas, se restarán entre sí; a esta diferencia se le pondrá el signo de la mayor que se colocará en la casilla „Perturb.”
- 9.º Se trasladarán las perturbaciones debajo de la longitud elíptica  $= l_e$ , teniendo cuidado de dejar esta cantidad al centésimo de segundo y aplicándola con su signo a  $l_e$ , se obtendrá  $l_v =$  longitud verdadera (lugar geométrico) corregida del planeta en su órbita.
- 10.º Debajo de la longitud del nodo se escribirá la longitud verdadera corregida del planeta en su órbita  $= l_v$ ; y el resultado  $l_v - \text{Nodo} =$  argumento de latitud, será lo que en el



tipo se denomina a.

Se confrontará lo hecho

11° Con el  $\log. \cos. i$ , tomado de la tabla auxiliar, se tiene

$$\tan. a' = \cos. i \cdot \tan. a ; \quad l' = l_1 + (a' - a) = l_1 + (d).$$

El valor de a' se obtendrá al centésimo de segundos.

Para el cálculo de la primera de estas ecuaciones, se tendrá presente que

Cuando a sea  $< 60'$ , se hallará el  $\log. \tan. a$  por los procedimientos que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando a sea  $> 89^\circ$ , se hallará el  $\log. \tan. a$  buscando por el procedimiento anterior, la  $\tan(a - 90^\circ)$ ; y el complemento aritmético de la tangente de esta diferencia, después de agregar una decena a la característica de este complemento, será el logaritmo tabular ó aumentado de  $\tan. a$ .

Cuando a' deba ser  $< 60'$ , se determinará su valor por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando a' deba ser  $> 89^\circ$ , se determinará su valor hallando el complemento aritmético del  $\log. \text{efec. } \tan. a'$ , esto es, del  $\log. \tan. a'$  escrito en el tipo prescindiendo de la decena de la característica; y determinando por el procedimiento anterior, el arco  $a'' < 1^\circ$  que corresponde a dicho complemento aritmético, será  $a' = 90^\circ - a''$ .

12° Se aplicará a l' el efecto de ambas mutaciones y se obtendrá un resultado l = longitud verdadera heliocéntrica (lugar geométrico) contada desde el equinoccio verdadero

Se confrontará lo hecho.

13° Con el argumento "Anom. m" se entrará en la tabla XLV tomando de ella un <sup>er</sup> resultado para 1850 correspondiente al argumento próximo menor y la diferencia que trae el autor entre los resultados de la tabla que deben comprender al que se busca, escribiendo en el acto debajo de esta diferencia el factor f' de que se habló en el precepto 1.º. Simultáneamente se tomará la variación secular interpolada a la vista para el instante del argumento "Anom. m." A todas estas cantidades se les pondrán los signos correspondientes. - Las unidades



de la variación secular, corresponden a la séptima cifra decimal del radio vector.

14.º Se multiplicará la diferencia  $\Delta r$  por el factor  $f'$ ; este producto se dividirá por diez y con el signo correspondiente y con una cifra decimal que corresponderá a la octava del radio vector, se aplicará al resultado del precepto 13.º

15.º Se multiplicará la variación secular por el factor  $f$ ; este producto se dividirá por 100 y, con el signo correspondiente y con una cifra decimal que corresponderá a la octava del radio vector, se aplicará al resultado del precepto 14.º. Lo que se obtenga será  $(r) = \text{radio vector elíptico}$ .

Se confrontará lo hecho.

16.º Con los argumentos correspondientes se entrará en las tablas XLVI ..... LXXI obteniendo los resultados al décimo de las unidades de las tablas que serán del octavo orden decimal, teniendo cuidado al trasladarla en el tipo colocarla en la columna  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  según tengan el signo  $\{ \pm \}$ . Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos se restarán entre sí, esta diferencia se colocará en su lugar correspondiente asignándole el signo de la mayor.

17.º Se trasladarán las perturbaciones del radio vector al lugar asignado en el tipo cuidando de que lleve ocho cifras decimales, y con su signo correspondiente, se aplicará a  $(r)$  para deducir  $r = \text{radio vector}$  cuyo logaritmo se hallará con toda la exactitud que permitan las tablas.

Se confrontará lo hecho.

18.º Con el  $\log. \sin. i$ , tomado de la tabla auxiliar, se calculará la expresión

$$\sin. b = \sin. i \cdot \sin. a.$$

El valor de  $b$  se obtendrá al centésimo de segundos, con el signo  $\{ \pm \}$  según los casos.

Para el cálculo de esta fórmula se tendrá presente que

Cuando el arco  $a$  sea  $< 60'$ , se hallará el  $\log. \sin. a$  por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $b$  deba ser  $< 60'$  se determinará su valor por los procedimientos especiales



que se emplean cuando los arcos deban ser pequeños.

Se confrontará lo hecho.

19° Con los argumentos correspondientes se entrará en las tablas XLI, XLII, XLIII y XLIV obteniendo los resultados en unidades de las tablas que serán centésimos de segundo, teniendo cuidado al trasladarla en el tipo colocarla en la columna  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  según tengan el signo  $\left\{ \begin{array}{l} + \\ - \end{array} \right\}$ . Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos sumas, se restarán entre sí, a esta diferencia se le pondrá el signo de la mayor que se colocará en la circunferencia "Perturb."

20° Se trasladarán las perturbaciones debajo de b, teniendo cuidado de dejar esta cantidad al centésimo de segundo y aplicándola con su signo a b se obtendrá la "lat" = latitud heliocéntrica verdadera  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  según fuere  $\left\{ \begin{array}{l} \text{boreal} \\ \text{austral} \end{array} \right\}$ .

Se confrontará lo hecho.

21° Se pondrá en serie, deduciendo hasta las sextas diferencias, la longitud heliocéntrica verdadera contada desde el equinoccio verdadero, obtenida para de ocho en ocho días, al centésimo de segundo, la latitud heliocéntrica verdadera, al centésimo de segundo, para de ocho en ocho días, el logaritmo del radio vector, con siete cifras de mantisa, para de ocho en ocho días.

22° Se interpolará para de cuatro en cuatro días, la longitud, latitud y radio vector, llevando las correcciones hasta las diferencias del sesto orden.

Antes de proceder a tomar de las tablas las correcciones para todas estas interpolaciones, deberán confrontarse todas las cantidades que, como datos, se toman de las series; esto es, los lugares obtenidos directamente y de los cuales se parte para hallar las correcciones y los lugares interpolados,  $\frac{1}{2} \Delta_1^1$ ,  $(\Delta_0^2 + \Delta_1^2)$ ,  $\Delta_1^3$ ,  $(\Delta_0^4 + \Delta_1^4)$ ,  $\Delta_1^5$ ,  $(\Delta_0^6 + \Delta_1^6)$ .

Se confrontará lo hecho.

Se pondrá en serie deduciendo hasta las sextas diferencias, la longitud heliocéntrica verdadera contada desde el equinoccio verdadero ya interpolada para de cuatro en cuatro días, al centésimo de segundo,



la latitud heliocéntrica verdadera, ya interpolada para de cuatro en cuatro días, al centésimo de segundo.

el logaritmo del radio vector, ya interpolado para de cuatro en cuatro días, con siete cifras de mantisa.

Se confrontarán las cantidades primitivas de estas series y las diferencias del  
sesto orden.



Tabla auxiliar.

Instrucción para los Cálculos de Mercurio

Table with multiple columns and rows, containing numerical data and faint text, likely a calculation table for Mercury.



Mercurio

Tabla auxiliar.

Años.	log. cos. i.	log. sin. i.											
		Enero.	Febrero.	Marzo.	Abril.	Mayo.	Junio.	Julio.	Agosto.	Setiem.	Octubre.	Noviem.	Diciembre.
		9.996	9.086	9.086	9.086	9.086	9.086	9.086	9.086	9.086	9.086	9.086	9.086
1870	7484	0483	0484	0485	0486	0487	0488	0488	0489	0490	0491	0492	0493
1871	7484	0494	0495	0496	0497	0497	0498	0499	0500	0500	0501	0502	0503
1872 <sup>B</sup>	7484	0504	0505	0506	0507	0507	0508	0509	0510	0510	0511	0512	0513
1873	7484	0514	0515	0516	0517	0518	0519	0520	0521	0522	0523	0524	0525
1874	7483	0526	0527	0528	0529	0530	0531	0531	0532	0533	0534	0535	0536
1875	7483	0537	0538	0539	0540	0540	0541	0542	0543	0544	0544	0545	0546
1876 <sup>B</sup>	7483	0547	0548	0549	0550	0551	0552	0553	0554	0555	0556	0557	0558
1877	7483	0559	0560	0561	0562	0563	0564	0564	0565	0566	0567	0568	0569
1878	7483	0570	0571	0572	0573	0573	0574	0575	0575	0576	0577	0578	0579
1879	7482	0580	0581	0582	0583	0584	0585	0585	0586	0587	0588	0589	0590
1880 <sup>B</sup>	7482	0591	0592	0593	0594	0595	0596	0596	0597	0598	0599	0600	0601
1881	7482	0602	0603	0604	0605	0605	0606	0607	0608	0608	0609	0610	0611
1882	7482	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0617	0618	0619	0620	0621	0622
1883	7482	0623	0624	0625	0626	0627	0628	0628	0629	0630	0631	0632	0633
1884 <sup>B</sup>	7481	0634	0635	0636	0637	0638	0639	0639	0640	0641	0642	0643	0644
1885	7481	0645	0646	0647	0648	0648	0649	0650	0651	0651	0652	0653	0654
1886	7481	0655	0656	0657	0658	0659	0660	0660	0661	0662	0663	0664	0665
1887	7481	0666	0667	0668	0669	0670	0671	0671	0672	0673	0674	0675	0676
1888 <sup>B</sup>	7481	0677	0678	0679	0680	0681	0682	0682	0683	0684	0685	0686	0687
1889	7481	0688	0689	0690	0691	0691	0692	0693	0694	0695	0695	0696	0697
1890	7481	0698	0699	0700	0701	0701	0702	0703	0704	0704	0705	0706	0707
1891	7480	0708	0709	0710	0711	0712	0713	0713	0714	0715	0716	0717	0718
1892 <sup>B</sup>	7480	0719	0720	0721	0722	0723	0724	0724	0725	0726	0727	0728	0729
1893	7480	0730	0731	0732	0733	0734	0735	0735	0736	0737	0738	0739	0740
1894	7480	0741	0742	0743	0744	0745	0746	0746	0747	0748	0749	0750	0751
1895	7480	0752	0753	0754	0755	0755	0756	0757	0758	0758	0759	0760	0761
1896 <sup>B</sup>	7480	0762	0763	0764	0765	0766	0767	0767	0768	0769	0770	0771	0772
1897	7480	0773	0774	0775	0776	0776	0777	0778	0779	0780	0780	0781	0782
1898	7480	0783	0784	0785	0786	0787	0788	0788	0789	0790	0791	0792	0793
1899	7479	0794	0795	0796	0797	0798	0799	0800	0800	0801	0802	0803	0804
1900 <sup>C</sup>	7479	0805	0806	0807	0808	0809	0810	0810	0811	0812	0813	0814	0815



## Instrucción para los cálculos de Mercurio.

Todos los cálculos de Mercurio se harán por doble mano con total y absoluta independencia.

### Lugares heliocéntricos.

Estos cálculos se harán directamente para cada mediodía medio del año A por las tablas de Le Verrier, empezando en 27 de Diciembre del año (A-1) y concluyendo el 5 de Enero del año (A+1), observando los preceptos siguientes.

- 1.º Se escribirán en los tipos las fechas para que se va a calcular hallando al mismo tiempo, por medio de un almanaque náutico, el factor  $f = (t - 1850) +$  el número n que da, al centésimo, el expresado almanaque en la columna, "Fracción del año". En la expresión de  $f$  representa t el año para que se calcula y

$$n = \frac{\text{número de días transcurridos desde principios del año}}{365.25}$$

Estos valores de  $f$  se escribirán debajo de los de "Var. sec. (E)" y "Var. sec. (r)".

- 2.º A las épocas de la longitud media, del perihelio y del nodo, para el meridiano de París, tomadas de la tabla I, se les colocará debajo los momentos de cada una desde 1.º de Enero, hasta el mediodía para que se calcula, tomando estos momentos de la tabla III; estas cantidades vienen debajo impreso en el tipo el resultado que da para la longitud heliocéntrica la tabla IV con el objeto de reducirlas al meridiano de San Fernando; en el Perihelio y Nodo esta corrección es 0",00; últimamente se colocará también debajo el resultado de la tabla V y se hará la suma de estas cantidades.

- 3.º Debajo de la longitud del perihelio se escribirá la longitud media del planeta en su órbita =  $l_m$ , y se obtiene la Anom. m. =  $l_m - \text{Perih.}$

Se confrontará lo hecho.



4.<sup>o</sup> Con el argumento „Anom. m.“ se entrará en la tabla VI tomando de ella un primer resultado para 18.50, correspondiente al argumento próximo menor y la diferencia que trae el autor entre los resultados de la tabla que deben comprender al que se busca, escribiendo en el acto debajo de esta diferencia la  $f'$  que hay entre el argumento „Anom. m.“ y el correspondiente al primer resultado, expresado en minutos y milésimos de minuto. Simultáneamente se tomará la variación secular interpolada a la lista para el minuto del argumento „Anom. m.“. A todas estas cantidades se les pondrán los signos correspondientes.

5.<sup>o</sup> Se multiplicará la diferencia  $\Delta(\mathcal{L})$  por el factor  $f'$ ; este producto se dividirá por diez y con el signo de la diferencia, se escribirá al centésimo debajo del primer resultado haciendo la suma algebraica de ambas cantidades.

6.<sup>o</sup> Se multiplicará la variación secular por el factor  $f$  de que se habló en el precepto 1.<sup>o</sup>, este producto se dividirá por 100 y con el signo correspondiente se aplicará algebraicamente y al centésimo de segundo, al resultado del precepto (5.<sup>o</sup>). Lo que se obtenga será la ecuación del centro =  $(\mathcal{L})$  que se aplicará con su signo a  $\underline{l}_m$ , para obtener  $\underline{l}_e$  = longitud elíptica del planeta en su órbita.

Se confrontará lo hecho.

7.<sup>o</sup> Los argumentos de las perturbaciones se obtendrán de cinco en cinco días valiéndose para ello de las tablas I y III, agregando al  $\underline{l}$  la unidad que está impresa en el tipo para reducirlo al meridiano de San Fernando, en los de  $\underline{l}'$ ,  $\underline{l}''$ ,  $\underline{l}'''$  y  $\underline{l}''''$  esta corrección es nula. Se hará la suma de estas cantidades y se obtendrán los valores de  $\underline{l}$ ,  $\underline{l}'$ ,  $\underline{l}''$ ,  $\underline{l}'''$  y  $\underline{l}''''$ .

Se confrontará lo hecho.



8.º Se formarán los argumentos compuestos que indica el tipo.

9.º Se entrará en las tablas VIII, IX, XIX, con los argumentos correspondientes, obteniendo los resultados en unidades de las tablas que serán centésimos de segundo, teniendo cuidado al trasladarla en el tipo colocarla en la columna  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  según tengan el signo  $\{ \pm \}$ . Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos sumas, se restarán entre sí, a esta diferencia se le pondrá el signo de la mayor que se colocará en la cuadrícula „Perturb.“ Inmediatamente se pondrá en serie al centésimo para de cinco en cinco días, se interpolará para de día en día, teniendo cuidado al principio y fin de la serie si el orden de diferencias es muy rápido y hay que continuar las diferencias hasta 3.ª o 4.ª, calcular separadamente las perturbaciones en longitud para uno o dos lugares mas, con el objeto de poder hacer la interpolación.

10.º Se trasladarán las perturbaciones ya determinadas para de día en día debajo de la longitud elíptica  $= l_e$ , teniendo cuidado de dejar esta cantidad al centésimo de segundo y aplicándola con su signo a  $l_e$  se obtendrá  $l_v =$  longitud verdadera (lugar geométrico) corregida del planeta en su órbita.

11.º Debajo de la longitud del nodo se escribirá la longitud verdadera corregida del planeta en su órbita  $= l_v$ ; y el resultado  $= l_v - \text{Nodo} =$  argumento de latitud, será lo que en el tipo se denomina a.

Se confrontará lo hecho.

12.º Con el  $\log. \cos i$ , tomado de la tabla auxiliar, se tiene  $\tan. a' = \cos. i. \tan. a$ ;  $l' = l_v + (a' - a) = l_v + (d)$ .

El valor de a' se obtendrá al centésimo de segundo.

Para el cálculo de la primera de estas ecuaciones, se tendrá presente que

Cuando a sea  $< 60'$ , se hallará el log. tan. a por los procedimientos especiales que se empleen cuando los arcos son pequeños.



Cuando  $a$  sea  $> 89^\circ$ , se hallará el  $\log. \tan. a$  buscando por el procedimiento anterior, la  $\tan(a \approx 90^\circ)$ ; y el complemento aritmético de la tangente de esta diferencia, después de agregar una decena a la característica de este complemento, será el logaritmo tabular o aumentado de  $\tan. a$ .

Cuando  $a$  deba ser  $< 60'$  se determinará su valor por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $a'$  deba ser  $< 60'$ , se determinará su valor por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $a'$  deba ser  $> 89^\circ$ , se determinará su valor hallando el complemento aritmético del  $\log. \text{efec. } \tan. a'$ , esto es, del  $\log. \tan. a'$  escrito en el tipo prescindiendo de la decena de la característica; y determinando, por el procedimiento anterior, el arco  $a'' < 1^\circ$  que corresponde a dicho complemento aritmético, será  $a' = 90^\circ - a''$ .

13.º Se aplicará a  $l'$  el efecto de ambas mutaciones y se obtendrá un resultado  $l =$  longitud verdadera heliocéntrica (lugar geométrico) contada desde el equinoccio verdadero.

Se confrontará lo hecho.

14.º Con el argumento „Anom. m” se entrará en la tabla XXVII tomando de ella un primer resultado para 1850 correspondiente al argumento próximo menor y la diferencia que trae el autor entre los resultados de la tabla que deben comprender al que se busca, escribiendo en el acto debajo de esta diferencia el factor  $f'$  de que se habló en el precepto 4.º. Simultáneamente se tomará la variación secular interpolada a la vista para el minuto del argumento „Anom. m”. A todas estas cantidades se les pondrán los signos correspondientes. — Las unidades de la variación secular, corresponden a la séptima cifra decimal del radio vector.

15.º Se multiplicará la diferencia  $\Delta t$  por el factor  $f'$ ; este producto



se dividirá por diez y, con el signo correspondiente y con una cifra decimal que corresponderá a la octava del radio vector, se aplicará al resultado del precepto 14.<sup>o</sup>

16.<sup>o</sup> Se multiplicará la variación secular por el factor  $f$ ; este producto se dividirá por 100 y, con el signo correspondiente y con una cifra decimal que corresponderá a la octava del radio vector, se aplicará al resultado de precepto 15.<sup>o</sup> Lo que se obtenga será  $(r) = \text{radio vector elíptico}$ .

Se confrontará lo hecho.

17.<sup>o</sup> Con los argumentos correspondientes se entrará en las tablas XXVIII, XXIX, XXX, XXXIII obteniendo los resultados al décimo de las unidades de las tablas que serán del octavo orden decimal, teniendo cuidado al trasladarla en el tipo colocarla en la columna  $\left. \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$  según tengan el signo  $\left. \begin{array}{l} + \\ - \end{array} \right\}$ . Se hará la suma de cada columna y obtenidas estas dos sumas, se restarán entre sí, esta diferencia se colocará en su lugar correspondiente asignándole el signo de la mayor. Inmediatamente se pondrá en serie, al décimo, para de cinco en cinco días, se interpolará para de día en día, teniendo cuidado al principio y fin de la serie si el orden de diferencias es muy rápido y hay que continuar las diferencias hasta 2.<sup>da</sup> o 3.<sup>ra</sup>, calcular separadamente las perturbaciones para uno o dos lugares mas, para que se pueda hacer la interpolación.

18.<sup>o</sup> Obtenidas las perturbaciones del radio vector para de día en día se trasladarán al lugar asignado al tipo cuidando de que lleve ocho cifras decimales, y con su signo correspondiente, se aplicará a  $(r)$  para deducir  $r = \text{radio vector}$  cuyo logaritmo se hallará con toda la exactitud que permitan las tablas.

Se confrontará lo hecho.



19.º Con el log. sin. i, tomado de la tabla auxiliar, se calculará la expresión

$$\sin. b = \sin. i \cdot \sin. a$$

El valor de  $b =$  latitud verdadera (heliocéntrica) (lugar geométrico) se obtendrá al centésimo de segundo, con el signo  $\{ \pm \}$  según fuere  $\{ \text{boreal} \}$   $\{ \text{austral} \}$ .

Para el cálculo de esta fórmula se tendrá presente que

Cuando el arco  $a$  sea  $< 60'$ , se hallará el log. sin. a por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos son pequeños.

Cuando  $b$  deba ser  $< 60'$ , se determinará su valor por los procedimientos especiales que se emplean cuando los arcos deban ser pequeños.

Se confrontará lo hecho.

20.º Se pondrá en serie, deduciendo hasta las cuartas diferencias, la longitud heliocéntrica verdadera contada desde el equinoccio verdadero al décimo de segundo,

la latitud heliocéntrica verdadera, al décimo de segundo,

el logaritmo del radio vector, con siete cifras de mantisa.

Se confrontarán las cantidades primitivas de esta serie y las diferencias del cuarto orden