



## OBSERVACIONES

### ASTRONÓMICAS I METEOROLÓGICAS



### OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS

#### Ecuatorial

Se ha continuado la observacion del cometa Swift i el señor Taulis ha obtenido 11 observaciones de este astro.

No se ha podido observar ninguna ocultacion de estrella por la Luna.

#### Anteojo meridiano

Durante el mes de Mayo se hicieron 364 observaciones que se dividen de la manera siguiente:

#### NÚMERO DE OBSERVACIONES

Observador	Sol	Luna	Venus	Marte	Mercurio	Jupiter	Estrellas	TOTALES
Taulis. . . . .	11	1	2	—	—	—	21	35
Caro. . . . .	4	6	3	—	—	—	93	106
Espinosa. . . . .	—	1	—	1	—	—	48	50
Barrios. . . . .	5	5	3	—	1	1	158	173
	20	13	8	1	1	1	320	364

### Temblores

El seismógrafo no indica nada que se pueda tomar en consideración. Se han sentido, sin embargo, tres temblores durante el mes: uno el 2 de mayo a las 8<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> P. M., otro el 14 a las 11<sup>h</sup> A. M., i el último el 20 a las 0<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> P. M.

### Nuevo método para el cálculo de los eclipses de Sol, i aplicacion de los eclipses visibles en Santiago en 1893

#### I

Este método permite calcular, de una manera espedita, las horas de las diferentes fases de un eclipse con una aproximación de un minuto mas o ménos.

Sean, en el momento  $T$  de la conjuncion verdadera en ascension recta:

$A$  la ascension recta del Sol,

$D$  su declinacion,

$\frac{dA}{dt}$ ,  $\frac{dD}{dt}$  las variaciones de estos elementos en una hora de

tiempo medio,

$\pi$  su paralaje horizontal,

$\rho$  su semi-diámetro verdadero.

$\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\frac{d\alpha}{dt}$ ,  $\frac{d\delta}{dt}$ ,  $\pi$ ,  $\rho$  los elementos correspondientes que se re-

fieren a la Luna.

Estos elementos son calculados, de antemano, en los almanagues. Por ejemplo, en el *Connaissance des Temps* de 1893 se hallan estos datos para los eclipses visibles en el año. Son los que se dan en seguida:

1.º Eclipse total del Sol, el 16 de Abril de 1893, visible en Santiago como eclipse parcial.

$T = 2^{\text{h}} 36^{\text{m}} 21^{\text{s}}$ . Tiempo medio de París.

$$A = \alpha = 1^{\text{h}} 39^{\text{m}} 28^{\text{s}},3$$

$$D = +10^{\circ} 20' 26'',0 \quad \delta = +10^{\circ} 8' 28'',3$$

$$\frac{dA}{dt} = +2 \ 19,0 \quad \frac{d\alpha}{dt} = +33 \ 56,5$$

$$\frac{dD}{dt} = +53,0 \quad \frac{d\delta}{dt} = +16 \ 37,6$$

$$\pi_1 = 8,8 \quad \pi = 60 \ 40,0$$

$$\rho_1 = 15 \ 57,0 \quad \rho = 16 \ 33,5$$

2.º Eclipse anular del Sol, el 9 de Octubre de 1893, visible en Santiago como eclipse parcial.

$T = 8^{\text{h}} 22^{\text{m}} 13^{\text{s}}$ . Tiempo medio de París.

$$A = \alpha = 13^{\text{h}} 1^{\text{m}} 45^{\text{s}},1$$

$$D = -6^{\circ} 35' 18'',2 \quad \delta = -6^{\circ} 17' 10'',7$$

$$\frac{dA}{dt} = +2 \ 18,0 \quad \frac{d\alpha}{dt} = +28 \ 17,3$$

$$\frac{dD}{dt} = -57,0 \quad \frac{d\delta}{dt} = -14 \ 50,9$$

$$\pi_1 = 8,9 \quad \pi = 55 \ 55,4$$

$$\rho_1 = 16 \ 3,7 \quad \rho = 15 \ 15,8$$

Los datos, que se calculan así de antemano en los almanaques, se refieren a la posición de los astros, como los podría ver un observador colocado en el centro de la Tierra.

Para deducir, de ellos, la posición que se observara, en realidad, en un lugar determinado (*posición aparente*), hai que añadir algunas correcciones que se llaman *correcciones de paralaje*.

El cálculo de un eclipse en un lugar determinado se puede resumir así: 1.º corregir los elementos de la Luna i del Sol del efecto de la paralaje; 2.º calcular en qué momentos la distancia aparente, sobre la esfera celeste, de los centros de los astros, es igual a la suma o diferencia de sus semi-diámetros aparentes.

## II

Pongamos, con Bessel:

$$(1) \quad \begin{cases} p = \frac{\cos \delta \operatorname{sen} (\alpha - A)}{\operatorname{sen} (\pi - \pi_1)} \\ q = \frac{\operatorname{sen} \delta \cos D - \cos \delta \operatorname{sen} D \cos (\alpha - A)}{\operatorname{sen} (\pi - \pi_1)} \end{cases}$$

Para un observador, en el centro de la Tierra, las cantidades  $p$  i  $-q$  representan, a cierta escala, las coordenadas relativas, sobre la esfera celeste, del centro del Sol respecto al centro de la Luna, suponiendo que se haya elegido en el plano del disco de la Luna, i con su centro como orijen, un sistema de dos ejes rectangulares: uno dirigido en el sentido del paralelo Oeste, el otro hácia el Norte.

Sean, ahora,  $x, y$  las coordenadas relativas, a la misma escala, del centro del Sol respecto al de la Luna, como se observan en cierto lugar de la tierra;  $u$  i  $v$  el efecto de la paralaje sobre  $p$  i  $q$ ; se tendrá, si los ejes de coordenadas son análogos a los anteriores:

$$(2) \quad \begin{cases} x = p - u \\ y = -q + v \end{cases}$$

Las cantidades  $u$  i  $v$  se calculan así:

Sean:

- $\Phi$  la latitud jeográfica del lugar considerado,
- $r$  el radio de la Tierra en este lugar,
- $\Phi'$  la latitud geocéntrica.

Se calculan primero las cantidades siguientes:

$$(3) \begin{cases} \tan \Phi'' = 0,9966 \tan \Phi \\ s = r \sin \Phi' = 0,9966 \sin \Phi'' \\ c = r \cos \Phi' = \cos \Phi'' \end{cases} \quad \log(0,9966) = 1,99851$$

Sea ahora, a un momento dado,  $h$  el ángulo horario del Sol que se cuenta positivo cuando el Sol ha pasado el meridiano, i negativo ántes, se tiene:

$$(4) \quad \begin{cases} u = c \sin h \\ v = s \cos D - c \sin D \cos h \end{cases}$$

### III

Durante un eclipse las cantidades  $p$  i  $q$ , que dan las ecuaciones (1) varían, mui sensiblemente, de una manera proporcional al tiempo. Sea  $\tau$  el tiempo, expresado en horas de tiempo medio, que pasa desde el orígen adoptado  $t_0$ , hasta cierta época  $t = t_0 + \tau$  se puede escribir:

$$(5) \quad \begin{cases} p = p_0 + p' \tau \\ q = q_0 + q' \tau \end{cases}$$

En particular, si el orígen del tiempo es el momento  $T$  de la conjunción verdadera en ascension recta de los dos astros, se tiene sensiblemente:

$$(6) \quad \begin{cases} p_0 = 0 & p' = \frac{\cos \delta}{\sin(\pi - \pi_1)} \left( \frac{d\alpha}{dt} - \frac{dA}{dt} \right) \\ q_0 = \frac{\delta - D}{\sin(\pi - \pi_1)} & q' = \frac{1}{\sin(\pi - \pi_1)} \left( \frac{d\delta}{dt} - \frac{dD}{dt} \right) \end{cases}$$

No se puede desarrollar, de la misma manera, las cantidades  $u$  i  $v$  que dan las fórmulas (4), porque el ángulo  $h$ , que entra bajo signos trigonométricos, varía mui lijero con el tiempo; en efecto, si  $h_0$  es el valor de  $h$  en el momento  $T$ , se tiene:

$$(7) \quad h = h_0 + 15^{\circ},04 \tau$$

En el método de Bessel se desarrolla, sin embargo,  $u$  i  $v$  lo mismo como  $p$  i  $q$ , i, por este motivo, el cálculo de los eclipses se hace mui pesado cuando se quiere tener alguna seguridad sobre las horas calculadas; pues es necesario, para esto, repetir el cálculo varias veces.

En el método que hemos adoptado, el cálculo no se hace sino una sola vez. Se determina una serie de valores simultánea de las coordenadas  $x$  e  $y$ , definidas por las fórmulas (2), para una serie de valores de  $\tau$  equidistantes de hora en hora.

Las fórmulas (2) se pueden trasformar; si se reemplazan los segundos miembros por sus valores (4) i (5) se tiene:

$$\begin{aligned} x &= p' \tau - c \operatorname{sen} h \\ y &= -q_0 - q' \tau + s \cos D - c \operatorname{sen} D \cos h \end{aligned}$$

En estas fórmulas se supone que el orijen del tiempo es el momento de la conjuncion verdadera en ascension recta, i se sabe que en este caso  $p_0 = 0$ .

Si se pone:

$$(8) \quad \begin{cases} a = -q_0 + s \cos D \\ b = q' \tau + c \operatorname{sen} D \cos h \end{cases}$$

Se tiene tambien:

$$(9) \quad \begin{cases} x = p' \tau - c \operatorname{sen} h \\ y = a - b \end{cases}$$

#### IV

Como aplicacion damos dos series de valores de  $x$  e  $y$ , que se refieren a los dos eclipses que tendrán lugar en 1893, i calculados para Santiago.

Las fórmulas (3), aplicadas a esta ciudad, dan los valores siguientes de  $s$  i  $c$ :

$$\begin{aligned} \Phi &= -33^\circ 26' 42'' \\ s &= -0,548 \\ c &= +0,835 \end{aligned}$$

**Eclipse del 16 de Abril**

1.º La longitud de Santiago es  $4^{\text{h}} 52^{\text{m}} 7^{\text{s}}$ . Oeste de París, luego el momento  $T$  de la conjunción en ascension recta será para Santiago:

$$T = 2^{\text{h}} 36^{\text{m}} 21^{\text{s}} - 4^{\text{h}} 52^{\text{m}} 7^{\text{s}} = 21^{\text{h}} 44^{\text{m}} 14^{\text{s}}. \text{ Abril } 15 (*)$$

El tiempo verdadero correspondiente se obtendrá con la agregación de la ecuación del tiempo i se tendrá:

$$21^{\text{h}} 44^{\text{m}} 14^{\text{s}} + 20^{\text{s}} = 21^{\text{h}} 44^{\text{m}} 34^{\text{s}}.$$

Lo que corresponde al siguiente ángulo horario del Sol:

$$h_0 = -33^{\circ},9$$

2.º Se aplican las fórmulas (6) al calculado de  $q_0, p', q'$ , i se tiene:

$$q_0 = \frac{\delta - D}{\text{sen}(\pi - \pi_1)} = -0,1976$$

$$p' = \frac{\cos \delta}{\text{sen}(\pi - \pi_1)} \left( \frac{da}{dt} - \frac{dA}{dt} \right) = +0,5144$$

$$q' = \frac{1}{\text{sen}(\pi - \pi_1)} \left( \frac{d\delta}{dt} - \frac{dD}{dt} \right) = +0,2601$$

Se tiene también:

$$a = -q_0 + s \cos D = +0,1976 - 0,548 \cos D = -0,341$$

3.º Se adoptan siete valores de  $\tau$  desde  $\tau = -3$  hasta  $\tau = +3$  i, para cada uno de estos valores de  $\tau$ , se calculan  $x, y$ . Estos

(\*) Se adopta aquí el tiempo medio astronómico que se cuenta desde medio día, de manera que el día 15 de Abril astronómico a las 21 h. 44 m. 14 s. corresponde al día 16 de Abril a las 9 h. 44 m. 14 A. M. en tiempo civil.

calculos son facilitados con las tablas que se encuentran a continuacion i que dan, para Santiago, los valores de  $c$  sen  $h$  i  $c$  cos  $h$  en funcion de  $h$ . Los valores de  $h$  se calculan con la fórmula (7) en que  $h_0 = -33^{\circ}9$ .

VALORES DE  $x$ :

$\tau$	$h$	$-c \text{ sen } h$	$\rho' \tau$	$x$
-3	$-79^{\circ}0$	+0,820	-1,543	-0,723
-2	$-63,9$	+0,751	-1,029	-0,278
-1	$-48,9$	+0,629	-0,514	+0,115
0	$-33,9$	+0,465	0,000	+0,465
+1	$-18,8$	+0,269	+0,514	+0,783
+2	$-3,8$	+0,054	+1,029	+1,083
+3	$+11,3$	-0,163	+1,543	+1,380

VALORES DE  $y$ :

$\tau$	$c \text{ cos } h$	$c \text{ cos } h \text{ sen } D$	$q' \tau$	$b$	$y = a - b$
-3	+0,159	+0,028	-0,780	-0,752	+0,411
-2	+0,367	+0,066	-0,520	-0,454	+0,113
-1	+0,549	+0,098	-0,260	-0,162	-0,179
0	+0,693	+0,124	0,000	+0,124	-0,465
+1	+0,791	+0,142	+0,260	+0,402	-0,743
+2	+0,833	+0,149	+0,520	+0,669	-1,011
+3	+0,819	+0,147	+0,780	+0,927	-1,268

## Eclipse del 9 de Octubre

1.º El tiempo medio de la conjuncion en ascension recta para Santiago es:

$$T = 8^{\text{h}} 22^{\text{m}} 13^{\text{s}} - 4^{\text{h}} 52^{\text{m}} 7^{\text{s}} = 3^{\text{h}} 30^{\text{m}} 6^{\text{s}}$$

I el tiempo verdadero correspondiente:

$$3^{\text{h}} 30^{\text{m}} 6^{\text{s}} + 12^{\text{m}} 54^{\text{s}} = 3^{\text{h}} 43^{\text{m}} 0^{\text{s}}$$



Lo que corresponde a un ángulo horario:

$$h_0 = +55^{\circ},75$$

2.º Se calculan, con los datos conocidos:

$$q_0 = +0,3250$$

$$p' = +0,4631$$

$$q' = -0,2492$$

$$a = -0,325 - 0,545 = -0,870$$

3.º Con la misma serie de valores de  $\tau$  se calculan los valores de  $x, y$ :

VALORES DE  $x$ :

$\tau$	$h$	$-c \operatorname{sen} h$	$p' \tau$	$x$
-3	+ 10°,6	-0,154	-1,389	-1,543
-2	+ 25,7	-0,362	-0,926	-1,288
-1	+ 40,7	-0,545	-0,463	-1,008
0	+ 55,8	-0,690	0,000	-0,690
+1	+ 70,8	-0,789	+0,463	-0,326
+2	+ 85,8	-0,833	+0,926	+0,093
+3	+ 100,9	-0,820	+1,389	+0,569

VALORES DE  $y$ :

$\tau$	$c \cos h$	$c \cos h \operatorname{sen} D$	$q' \tau$	$b$	$y = a - b$
-3	+0,821	-0,094	+0,748	+0,654	-1,524
-2	+0,753	-0,087	+0,498	+0,411	-1,281
-1	+0,633	-0,073	+0,249	+0,176	-1,046
0	+0,470	-0,054	0,000	-0,054	-0,816
+1	+0,275	-0,032	-0,249	-0,281	-0,589
+2	+0,061	-0,007	-0,498	-0,505	-0,365
+3	-0,157	+0,018	-0,748	-0,730	-0,140

Como se ha dicho mas arriba, los valores de  $x$  e  $y$  representan, a cierta escala, la posición aparente del centro del Sol res-

pecto a un sistema de ejes de coordenadas rectangulares situados en el plano del disco lunar i tal que el oríjen sea el centro de la Luna, el eje  $Ox$  una tanjente al paralelo del centro de la Luna, hácia el Oeste; el eje  $Oy$  perpendicular i dirijido hácia el Norte.

## V

Se trata ahora de espresar que la distancia del punto  $x, y$  al oríjen es igual a la suma o a la diferencia de los semi-díametros de la Luna i del Sol, siendo estos semi-díametros reducidos a la misma escala.

*(Continuará)*



## OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

POR EL SEÑOR KRAHNASS

MAYO DE 1892

		7 A. M.	7 <sup>25</sup> A. M.	2. P. M.	10 P. M.	Término medio del mes	
Barómetro reducido a cero	m/m.	m/m.	m/m.	m/m.	m/m.	m/m.	
	Altura media. . . . .	700 +	18.88	18.69	18.03	18.90	18.54
	" máxima. 700 +	22.67	22.50	20.73	22.76	22.67	
	" mínima. 700 +	15.05	15.18	14.91	15.43	14.91	
	Oscilacion máxima. . .	7.62	7.32	5.82	6.73	7.76	
" media diurna. . .							
Termómetro centígrado	Temperatura media. . .	3°63	3°91	16°24	7°30	10°17	
	" máxima. . . . .	9.15	9.15	20.60	10.25	20.40	
	" mínima. . . . .	-3.45	-3.45	9.00	2.05	2.70	
	Oscilacion máxima. . .	12.60	12.60	11.60	8.20	17.40	
	" media diurna. . .					12.17	
Psicrómetro	Humedad relativa media	91.5	89.1	44.8	79.6	70.4	
	" " máxima	100	100	79	67	100	
	" " mínima	76	67	16	64	16	
	Tension media m/m.	5.54	5.50	6.13	6.20	5.94	
	" máxima m/m.	8.16	7.54	7.93	7.71	8.16	
" mínima m/m.	3.58	3.56	2.48	4.20	2.48		
Vientos (núm. de veces observadas)	N.	—	—	—	—	—	
	NE.	1	3	0	3	7	
	E.	2	2	0	1	5	
	SE.	1	3	3	1	8	
	S.	1	—	—	—	1	
	SO.	—	—	25	1	26	
	O.	1	—	—	—	1	
NO.	—	—	3	—	3		
Calma	21	21	—	18	60		
Atmósfera (núm. de veces)	Despejada. . . . .	15	18	14	16	63	
	Nublada. . . . .	5	5	13	3	26	
	Cubierta. . . . .	7	7	4	5	23	
	Neblina. . . . .	7	4	30	2	43	
	Rocío o hel. . . . .	13	13	—	—	26	
	Lluvia. . . . .	1	1	—	1	3	
		Anemómetro (Camino recorrido)		Evaporacion		Pluviómetro	
		Kilóm.		m/m.		m/m.	
Total. . . . .		1734.50		43.28		8.80	
Medio al dia. . . . .		55.95		1.396		—	
Máximo. . . . .		99.20		2.68		6.90	
Mínimo. . . . .		19.30		0.03		1.90	

ALBERTO OBRECHT

Director del Observatorio Astronómico