

B 522

DT 4/7

Instrucciones para las ocultaciones  
de estrellas y planetas por la Luna  
S. d.

Instrucción para los ocultaciones  
de estrellas y planetas

por la  
Luz

Formacion de la lista general de las estrellas que pueden  
ser ocultadas por la luna en todo el año

1.º En las posiciones de la luna y el catálogo de estrellas re-  
diante a la vista, se van desechando aquellas estrellas cuya  
diferencia en declinacion <sup>con la luna</sup> en el momento de la conjuncion  
en  $\delta$  sea mayor que  $1.º 30'$ ; y tambien aquellas estrellas  
cuya conjuncion con la luna se verifique dentro de los dos  
dias que preceden o siguen al equinoccio.

Y para determinar la latitud de los paralelos terrestres entre los  
que la ocultacion puede ser visible, se emplearán las  
formulas siguientes:

Designando en

$D$  la declinacion geocentrica aparente de la luna en el mo-  
mento de la conjuncion en  $\delta$ .

$\delta$  la declinacion aparente de la estrella

$D_1$  movimiento horario de la luna en declinacion

$\alpha_1$  movimiento horario \_\_\_\_\_ en arco sin recta (en cos)

$P$  " Paralelo horizontal <sup>ecuatorial</sup> de la luna a la luna  $D$ .

se tiene

$$\tan v = \frac{D_1}{\alpha_1 \cos \delta}$$

$$n = (D - \delta) \cos v$$

$$\cos w_1 = \frac{n}{P} - 0,2728$$

$$\cos w_2 = \frac{n}{P} + 0,2728$$

$$\sin \theta = \cos v \sin w_1$$

$$h_1 = w_1 - \theta \quad ; \quad \sin h_2 = \cos \delta \cos (w_2 - v)$$

teniendo presente

118,1
708,6
11' 29"
2,27
15
30' 70
138
27
205

2) que los ángulos  
 $\alpha, \omega_1, \omega_2$  y  $\theta$

deben tener el mismo signo que  $\delta$ ; y que se deben emplear  
los signos  $\left\{ \begin{array}{l} \text{superiores} \\ \text{inferiores} \end{array} \right\}$  según que  $\delta$  es  $\left\{ \begin{array}{l} \text{positiva} \\ \text{negativa} \end{array} \right\}$ .

Además, se debe observar

1.º cuando  $\delta$  es positiva  $\beta_1$  es el límite <sup>extremo</sup> boreal  
cuando  $\delta$  es negativa  $\beta_1$  es el límite extremo austral

2.º cuando  $\omega_1$  es imaginaria,  $\beta_1$  será de  $90^\circ$  y de la  
misma especie que  $\delta$ . - En este caso la ocultación  
es visible sobre el polo de la Tierra que se presenta  
a' la estrella, y la visibilidad se extenderá a' las partes  
miradas del disco de la Tierra <sup>como se veía desde</sup> ~~este~~ <sup>desde</sup> la estrella.

3.º cuando  $\omega_2$  es imaginaria,  $\beta_2$  será suplemento  
de  $\delta$ , con signo contrario a'  $\delta$ . - En este caso, si en-  
tendamos el disco de la Tierra como se veía desde  
la estrella, la visibilidad se extenderá a' las partes  
miradas del disco que tiene su polo al otro lado  
de ella.

En cuanto al cálculo por lugares particulares, se tendrá  
presente que la condición de visibilidad <sup>al tiempo de la ocultación</sup> que el Sol está  
debajo del horizonte o muy cerca de él, si está más de  
una hora sobre el horizonte la ocultación no puede ob-  
servarse.

Otra condición es que la estrella esté sobre el horizonte,  
lo que se conoce en que su ángulo horario a' las horas de  
la mañana o mañana debe ser menor que la hora semi-  
diurna. Véase el Mem. inglés de 1836 pag. 125, 124 y 128.

Procedimientos para la prediccion de las occultaciones de  
estrellas y planetas por la luna, sirviendose de los elementos del almanaque  
nautico ingles.

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Hora de t.m. de San Fernando de la conjuncion} \\ \text{geométrica en el de la luna y estrella} = H' \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{Hora de Greenwich} = H \\ \text{(5.ª ed. t. 3.ª)} \end{array} \right] - 0.4.24.50. \text{m}$$

Hallar el horario  $h$  de la estrella.  
a la hora  $H'$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ascension recta del zenit} \\ \text{a la hora } H' \end{array} \right\} = t \left[ \begin{array}{l} = \text{tiempo sidéreo a mediodía medio en S. Fernando} \\ + \text{la hora } H' \text{ reducida a intervalos equivalentes de} \\ \text{tiempo sidéreo.} \end{array} \right]$$

Horario de la estrella a la hora  $H' = h = t$  ascension recta de la estrella (5.ª ed. t. 3.ª).

Este horario sera  $\left\{ \begin{array}{l} \text{occidental} \\ \text{oriental} \end{array} \right\}$  segun que resulte con el signo  $\{ \pm \}$ , y se tomara siempre  $\pm$ .

Hállese el movimiento horario de la luna en ascension recta a la hora  $H'$ ; redúcese a  
año y designese por  $\alpha$ . Este movimiento horario se deducirá de las efemérides q. dan la

Ar. de la luna de hora en hora, teniendo presente q. la diferencia entre las dos ascensio-  
nes rectas correspondientes a dos horas  $a^h$  y  $(a^h + 1)$  es el movimiento horario a la hora

$(a^h + 30^m)$ . Con el valor de  $h$  se entrará en la tabla  $\alpha$ ; se tomará de ella la cantidad  $\beta$ ; se calculará el valor de

$$q = \frac{\beta'}{\alpha - \beta'}$$

en que  $\beta' = 2.30$  y se tendrá

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Hora de t.m. de S. Fernando de la conjuncion} \\ \text{local en el de la luna y estrella} \end{array} \right] = t = H' + q.$$

Para el cálculo de  $q$  se empleará a  $\alpha$ , en minutos y centésimos de minu-  
to de año, y las unidades de  $q$  representaran horas.

La primera condicion de visibilidad para una occultacion es que el sol no esté so-  
bre el horizonte, a no ser q. el astro occultado sea uno de los grandes planetas a una estrella  
de 1.ª o 2.ª magnitud q. podran ser visibles con los antejos aun cuando el sol esté  
sobre dicho plano. Tambien será visible, por lo general, el astro occultado, aunque  
sea pequeño, siempre q. el sol no lleve mas de media hora de estar sobre el horizon-  
te oriental, o no le falte mas de media hora para llegar al horizonte occidental.

Suponiendo q. la duracion media de una occultacion sea de 60<sup>m</sup>, se tendrá

$$\left. \begin{array}{l} \text{Hora aproximada de la inmersion} \dots H - 30^m \\ \text{Hora aproximada de la emersion} \dots H + 30^m \end{array} \right\} ;$$

y comparando estas horas con las del orto y ocaso del sol, se verá fácilmente si la presencia de este astro sobre el horizonte impide la visibilidad de la ocultación, en cuyo caso no se continuará el cálculo de la misma. La segunda condición de visibilidad es q. la estrella esté sobre el horizonte; y para ver si esto sucede, calcularemos el horario  $h'$  de la estrella a la hora  $T$  de la conjunción local en  $R$ ; tendremos, pues,

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Ascension recta del zenit a la hora } T \\ \text{Horario de la estrella a la hora } T \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} A \\ h' \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{Tiempo sidéreo a mediodía medio en } T \\ \text{La hora } T \text{ reducida a intervalos equiva-} \\ \text{lente de } t. s. \\ \text{A ascension recta de la estrella (3.ª col.} \\ \text{A. 9.)} \end{array} \right]$$

Este horario será  $\left\{ \begin{array}{l} \text{occidental} \\ \text{oriental} \end{array} \right\}$  según q. resulte con el signo  $\left\{ \begin{array}{l} = \\ - \end{array} \right\}$ , y

se tomará siempre  $(12.ª)$  Ahora se tiene

Horario aproximado de la estrella a la inmersión  $= h' - 90.ª$

Horario aproximado de la estrella a la emersión  $= h' + 90.ª$

Comparando estos valores con los del arco semidiurno de la estrella tomado de la tabla 2.ª se conocerá si la estrella está o no sobre el horizonte.

Como las horas de  $t. m.$  de la inmersión y emersión, q. hemos comparado con las del orto y ocaso del sol, así como los horarios de la estrella a la inmersión y emersión, q. hemos comparado con los arcos semidiurnos de la misma, son tan solo cantidades aproximadas, habrá muchos casos en q. podrá quedar duda acerca de la visibilidad o invisibilidad del fenómeno; y tanto en estos casos como en los q. no queda la menor duda acerca de su visibilidad, se procederá al cálculo del mismo, para su predicción, del modo siguiente.

Constantes para S. Fernando,

$p =$  latitud geocéntrica  $= 36.º 27' 40''$

$\varphi =$  latitud geocéntrica o disminuida  $= 36.º 16' 53''$

$\log. p = 9.99950;$

$\varphi^1 = p \cos \varphi'; \quad \varphi^2 = p \sin \varphi'; \quad \varphi^3 = p. \varphi'; \quad \log. p = 9.41916;$

$\log \varphi^1 = 9.90890; \quad \log \varphi^2 = 9.77164 \quad \log \varphi^3 = 9.92506 \quad \log. b = 9.49537.$

Calcúlese para la hora  $T$  las cantidades

$P =$  paralaje horizontal equatorial de la luna

$\Delta = b. P.$

$D =$  declinación de la luna.

$D_1$  = movimiento horario en declinacion de la luna.

$\alpha$  = ascension recta de la luna - ascension recta de la estrella (5.ª col. A. 2.ª) expresada en arco.

$\alpha_1$  = movimiento horario en ascension recta de la luna, expresado en arco.

$S$  = declinacion de la estrella (6.ª col. A. 2.ª).

$$x = (D - S) - \varphi^2 P. \cos d + \varphi^1 P. \sin d \cos h'$$

$$y = \alpha \cos d - \varphi^1 P. \sin h'$$

$$x_1 = D_1 - \varphi^3 P. \sin d \sin h'$$

$$y_1 = \alpha_1 \cos d - \varphi^3 P. \cos h'$$

Calcúlase las cantidades  $x$  y  $y$  por las fórmulas

$$\tan S = \frac{y}{x}; \tan e = \frac{x_1}{y_1} \quad (*)$$

y además  $\log W$ ,  $\log h$  y  $\log H$  por las expresiones

$$W = \frac{y}{\sin d} = \frac{x}{\cos d}; h = W \cos(S + \varphi); H = \frac{W \cos p}{\varphi}$$

en que  $\log. p. = 9.55690$

Calcúlense las cantidades  $w$  y  $\log c$  por las fórmulas

$$\cos w = \frac{a}{A}; c = \frac{H}{\cos w};$$

y despues

$$a = [-(S + \varphi)] - w; b = [-(S + \varphi)] + w$$

$$t_1 = c. \sin a; t_2 = c. \sin b$$

Las cantidades  $t_1$  y  $t_2$  resultan expresadas en segundos de  $t$ .

$$\text{Hora de t.m. de la } \left\{ \begin{array}{l} \text{inmersión} \\ \text{emersion} \end{array} \right\} = T + \left\{ \begin{array}{l} t_1 \\ t_2 \end{array} \right\},$$

atendiendo siempre a las indicaciones de los signos.

En los casos en q. pueda haber quedado duda acerca de la visibilidad de la ocultacion, tanto por lo relativo a la presencia del sol sobre el horizonte, como por lo tocante a estar la estrella encima o debajo de dicho plano, se procederá a asegurarse del modo siguiente

- 1.ª La comparacion de las horas calculadas de la inmersion y emersion con las del orto y ocaso del sol, nos dirá si la presencia de este astro sobre el horizonte puede impedir la visibilidad del fenomeno.

- 2.ª La comparacion de los ángulos horarios de la estrella, a las horas calculadas de la inmersion o emersion, con el arco semidiurno de la misma, nos dirá si la estrella se encuentra a dichas horas sobre el horizonte o debajo de él. La determinacion de los ángulos horarios de la estrella a las horas de la inmersion o emersion se hará del modo sabido; así es que tendremos

(\*) } Para determinar el cuadrante en q. se halla  $S$ , tengose cuidado con el signo de la abscisa  $x$  y de la ordenada  $y$ .

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Al del zenit a la hora de} \\ \text{la inmersión o emersión} \end{array} \right] - A'' = \left[ \begin{array}{l} \text{Tiempo sidéreo a mediodía + la hora} \\ \text{aprendida a intervalo equivalente del } \dots \end{array} \right]$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Horario de la estrella a la} \\ \text{hora de la inmersión o emersión} \end{array} \right] h'' = \left[ \begin{array}{l} A'' \text{ ascension recta de la estre} \\ \text{lla} \end{array} \right]$$

(\*) Estos orarios serán  $\left\{ \begin{array}{l} \text{occidentales} \\ \text{orientales} \end{array} \right\}$  según q. tengan el signo  $\{-\}$ ; se tomarán siempre  $\{10^{\circ}\}$  y comparados con los valores de los arcos sinuclurnos de la estrella, se deducirá fácilmente si esta se halla encima o debajo del horizonte en el momento de la inmersión o emersión.

Valor del ángulo de entrada y salida contado desde el vértice boreal de la luna, para anteojos inversos.

Entrada  
 $E = \alpha - W \text{ del } N \text{ al } E.$

Salida  
 $S = \alpha - W \text{ del } N \text{ al } E.$

Los valores de estos ángulos  $E$  y  $S$  resultan contados desde el vértice boreal de la luna hacia el  $\{0\}$  según q. tengan el signo  $\{-\}$ .

Valor del ángulo de entrada y salida contado desde el vértice superior de la luna, para anteojos inversos.

Entrada  
 $E' = E - M$

Salida  
 $S' = S - M$

El valor del ángulo  $M$  se tomará de la tabla 5.<sup>a</sup>; y los  $E'$ ,  $S'$  resultarán contados desde el vértice superior hacia el  $\{0\}$  según tengan el signo  $\{-\}$



Tabla 1<sup>a</sup>

Tabla que da el valor de

$\beta$

Angulo hora				$\beta$	$\beta'$
No le				+	con el quinto sigua que le
0	0	0	0	25	0
	10	11	0	25	2
	20	10	0	25	9
	30	9	0	25	13
	40	8	0	25	17
	50	7	0	25	22
1	0	11	0	24	26
	10	10	0	24	30
	20	9	0	24	34
	30	8	0	23	38
	40	7	0	23	42
	50	6	0	22	46
2	0	10	0	22	50
	10	9	0	21	54
	20	8	0	21	57
	30	7	0	20	61
	40	6	0	19	64
	50	5	0	19	68
3	0	9	0	18	71
	10	8	0	17	74
	20	7	0	16	77
	30	6	0	15	79
	40	5	0	14	82
	50	4	0	14	84
4	0	8	0	13	87
	10	7	0	12	87
	20	6	0	11	91
	30	5	0	11	92
	40	4	0	9	94
	50	3	0	8	95
5	0	7	0	7	97
	10	6	0	5	98
	20	5	0	4	98
	30	4	0	2	99
	40	3	0	1	100
	50	2	0	1	100
6	0	6	0	0	100

# Tabla 2<sup>a</sup>

Arcos semidiurnos para la  
latitud de S. Fernando  
Refracción horizontal = 36'

S	Arco semid		S	Arco semid	
	h	m		h	m
-20	4	23	0	6	3
-29	4	27	+1	6	6
-28	4	31	+2	6	9
-27	4	35	+2	6	12
-26	4	39	+3	6	15
-25	4	43	+3	6	18
-24	4	47	+4	6	20
-23	4	50	+4	6	24
-22	4	54	+5	6	27
-21	4	57	+5	6	30
-20	5	1	+10	6	30
-19	5	4	+11	6	26
-18	5	8	+12	6	29
-17	5	11	+13	6	32
-16	5	14	+14	6	36
-15	5	17	+15	6	39
-14	5	21	+16	6	42
-13	5	24	+17	6	45
-12	5	27	+18	6	49
-11	5	30	+19	7	2
-10	5	33	+20	7	6
-9	5	36	+21	7	9
-8	5	39	+22	7	13
-7	5	42	+23	7	17
-6	5	45	+24	7	20
-5	5	48	+25	7	24
-4	5	51	+26	7	28
-3	5	54	+27	7	32
-2	5	56	+28	7	36
-1	6	0	+29	7	40
0	6	3	+30	7	45

### Tabla 3.<sup>a</sup>

Tabla que da el ángulo paraláctico =  $M$ , para la latitud de San Fernando  
Argumentos, ángulo horario  $h$  y declinación  $\delta$

$\delta$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$	$100^\circ$	$110^\circ$	$120^\circ$	$130^\circ$	$140^\circ$
$-20$	$0^\circ$	9	17	25	32	39	44	49	54	57	61	63	66	67	68
$-20$	0	10	19	27	34	40	45	49	53	55	57	58	59	58	56
$-10$	0	11	21	30	37	42	47	50	52	54	55	55	53	51	47
0	0	12	25	34	41	46	50	52	53	54	53	52	50	46	41
$+10$	0	14	31	41	47	51	53	55	55	54	52	50	47	42	37
$+20$	0	26	43	51	56	58	59	58	57	55	53	49	45	40	34
$+30$	0	50	64	68	68	67	66	63	61	57	54	49	44	39	32

$M$  tendrá el mismo signo que  $h$

$$\tan \theta = \frac{\cos h}{\tan \varphi} ; \quad \tan M = \tan h \frac{\sin \theta}{\cos(\theta + \delta)}$$

$$\varphi = 36^\circ 28'$$