METODO MEXICANO.

La manera de difundir en cuanto sea posible los progresos de la ciencia, es darles publicidad en cuantas oportunidades se nos presenten, aunque sea á costa de repeticiones que nunca nos deben parecer inútiles. Tanto por esto como porque seguramente es este el lugar más á propósito para hablar con alguna extension de un método que debemos reputar nacional, y teniendo presente además que puede ser conveniente darlo á conocer en todos sus detalles, toda vez que personas poco versadas en el cálculo han encontrado dificultad en la diferenciacion de algunas fórmulas para llegar á los resultados que trae el Sr. Diaz Covarrúbias en la exposicion de su nuevo método, me voy á permitir entrar en algunas explicaciones y detalles de cálculo, y en algunas consideraciones que abracen cuantas reflexiones me ha sugerido hasta ahora el nuevo procedimiento.

Las medidas angulares en planos verticales constituyen la base fundamental de los principales métodos para la determinacion de la latitud, y son bien sabidos los inconvenientes que ofrece y las causas de error á que está sujeta la medida de aquellos ángulos. El Sr. Diaz Covarrúbias logró desarrollar las fór-

mulas convenientes para un procedimiento en que quedan eliminadas las medidas verticales de la manera siguiente:

Recordando las fórmulas fundamentales de la trigonometría esférica, y llamando

h = ángulo horario de la estrella
δ = declinacion de la estrella
a = azimut
z = distancia zenital
φ = latitud del lugar

tendremos

$$\cos z = \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos h \ldots\ldots (1)$$
$$\operatorname{sen} \delta = \cos z \operatorname{sen} \varphi + \operatorname{sen} z \cos \varphi \cos a \ldots\ldots (2)$$

Sabemos además que

$$\frac{\operatorname{sen} z}{\cos \delta} = \frac{\operatorname{sen} h}{\operatorname{sen} a}$$

de donde

$$\operatorname{sen} z = \frac{\cos \delta \operatorname{sen} h}{\operatorname{sen} a} \ldots\ldots (3)$$

Sustituyendo en la (2) los valores de cos z y sen z dados por las ecuaciones (1) y (3) y haciendo las reducciones convenientes, se llega con facilidad á la siguiente

$$\cos \varphi \tan \delta - \operatorname{sen} \varphi \cos h = \operatorname{sen} h \cot a \ldots\ldots (4)$$

que es la que podiamos llamar fórmula fundamental del "Método Mexicano." Para hacerla calculable por logaritmos, dividámosla por cos h y empleando un ángulo auxiliar

$$\tan M = \frac{\tan \delta}{\cos h} \ldots\ldots (5)$$

tendremos

$$\cos \varphi \tan M - \operatorname{sen} \varphi = \tan h \cot a$$
$$\cos \varphi \operatorname{sen} M - \operatorname{sen} \varphi \cos M = \cos M \tan h \cot a$$

de donde

$$\operatorname{sen} (M - \varphi) = \cos M \tan h \cot a \ldots\ldots (6)$$

Las fórmulas (5) y (6) dan á conocer la latitud, conociendo la declinacion de la estrella, el ángulo horario bajo el cual se observa y el azimut. Los dos últimos datos que da la observacion

suponen conocidos perfectamente el error del cronómetro y la indicacion meridiana; pero puede seguirse un procedimiento que no solo será independiente de aquellos datos, sino que á la vez permite determinar sus valores ofreciendo con esto el nuevo método una gran ventaja sobre los demas, dando juntamente con la latitud la correccion del cronómetro.

Yo, sin embargo, he empleado varias veces el método de la manera que hasta aquí queda explicado, es decir, por una sola observacion de la estrella á uno ú otro lado del meridiano cuya indicacion me ha sido conocida, lo mismo que la marcha del cronómetro. Veia yo en esta manera de emplearlo la ventaja de poder obtener muchas latitudes en un corto intervalo de tiempo: me ocuparé despues de este punto; por ahora tratemos de investigar las mejores condiciones bajo las cuales debe emplearse el método.

El error en la latitud que llamaremos $\triangle \varphi$ debe ser una funcion de los errores anexos á h a y δ, y que llamaremos tambien $\triangle$h, $\triangle$a y $\triangle \delta$. Por consiguiente, la expresion de aquel error será

$$\triangle \varphi = \frac{d\phi}{dh} \triangle h + \frac{d\phi}{da} \triangle a + \frac{d\phi}{d\delta} \triangle \delta \ldots\ldots (7)$$

La ecuacion (4) nos va á proporcionar los coeficientes diferenciales de esta expresion. Para esto diferenciándola con relacion á φ y h se llega fácilmente á este resultado

$$\frac{d\phi}{dh} = \frac{\cos\delta\,(\operatorname{sen}\phi \operatorname{sen} h - \cot a \cos h)}{\operatorname{sen}\delta \operatorname{sen}\phi - \cos\delta \cos\phi \cos h}$$

Sustituyendo en esta expresion el valor de cos δ deducido de la ecuacion (3), y reflexionando que el denominador es igual á cos z, la ecuacion anterior se trasforma sin dificultad en la siguiente

$$\frac{d\phi}{dh} = (\operatorname{sen}\varphi \tan a - \cot h) \cos a \tan z$$

Si diferenciamos ahora la misma ecuacion (4) con relacion á φ y a obtendremos

$$\frac{d\phi}{da} = \frac{\operatorname{sen} h}{\operatorname{sen}^2 a\,(\tan\delta \operatorname{sen}\phi + \cos\phi \cos h)} =$$

$$\frac{\operatorname{sen} h \cos\delta}{\operatorname{sen}^2 a\,(\operatorname{sen}\delta \operatorname{sen}\phi + \cos\delta \cos\phi \cos h)} = \frac{\operatorname{sen} h \operatorname{sen} z \operatorname{sen} a}{\operatorname{sen}^2 a \cos z \operatorname{sen} h} = \frac{\tan z}{\operatorname{sen} a}$$

Haciendo, por último, la diferenciacion con relacion á φ y δ tendremos

$$\frac{d\phi}{d\delta} = \frac{\cos\phi}{\cos^2\delta\,(\tan\delta \operatorname{sen}\phi + \cos\phi \cos h)} = \frac{\cos\phi}{\cos\delta \cos z}$$

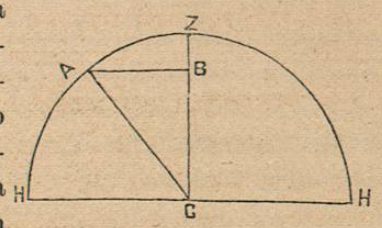
Sustituyendo los valores de los coeficientes diferenciales en la expresion (7), se tiene

$$\triangle \varphi = (\operatorname{sen}\varphi \tan a - \cot h) \cos a \tan z \triangle h + \frac{\tan z}{\operatorname{sen} a} \triangle a +$$

$$+ \frac{\cos\phi}{\cos\delta \cos z} \triangle \delta$$

Esta expresion nos enseña: 1º que el error del ángulo horario disminuye con la distancia zenital y que debe procurarse observar la estrella cerca del primer vertical, es decir, que el azimut se acerque á 90°, en cuyas circunstancias solamente puede verificarse que el ángulo paraláctico sea de 90°, en cuyo caso el error de h se reduciria á cero, puesto que entonces se tendria $\operatorname{sen}\varphi = \cot a \cot h$; 2º que el error del azimut exige tambien, para que sea lo más pequeño posible, que la observacion se haga cerca del primer vertical; 3º que tanto el azimut como la declinacion, lo mismo que el ángulo horario, exigen para que sus errores sean pequeños, que la distancia zenital sea tambien pequeña. Todo lo cual se reduce á que la declinacion de la estrella difiera lo menos posible de la latitud del lugar, y que la observacion se haga cerca del meridiano.

Esta última condicion debe tener cierto límite que depende de la mayor ó menor incertidumbre que naturalmente resulta al visar la estrella para que esta quede exactamente en el centro de los hilos, cuando su distancia zenital es muy pequeña. En efecto, supongamos en la figura adjunta que G es el lugar de observacion, Z el zenit, H los límites del horizonte, y A un punto de la esfera celeste á que se dirige el anteojo. Puesto este en la posicion horizontal describirá en



la misma esfera celeste al girar el instrumento, una circunferencia cuyo radio es C H; mas dirigido al punto A la circunferencia

descrita tendrá por radio A B. Se comprende entonces fácilmente que la relacion entre el espacio recorrido en la esfera celeste por el extremo del eje del anteojo dirigido hácia A y el que recorreria bajo el mismo movimiento angular del anteojo en su posicion horizontal, no es otra cosa que el seno de la distancia zenital, relacion que por lo mismo será tanto más pequeña cuanto menor sea aquella distancia. Llamemos e y e' los espacios recorridos equivalentes á un mismo valor angular, el primero sobre el horizonte y el segundo á una distancia cualquiera. Segun lo dicho antes, tendremos

$$\frac{e'}{e} = \text{sen } z \text{ ó bien } e = \frac{e'}{\text{sen } z}$$

en que z es la distancia zenital.

Supongamos que en virtud del poder amplificador del anteojo solo es sensible su movimiento para un espacio correspondiente á 1″ en el horizonte, que seria en realidad la verdadera aproximacion del instrumento; examinemos entonces el valor angular á que corresponde el mismo espacio lineal para una distancia zenital dada, tomando ese mismo espacio por unidad. Si hacemos además sucesivamente $z = 1^\circ \ldots = 2^\circ \ldots$ etc., podemos formar la tabla que se ve á continuacion, y que manifiesta el equivalente angular de lo que yo llamaria movimiento inicial de sensibilidad del anteojo para distintas distancias zenitales.

Para z igual á	Equivalente angular del movimiento inicial de sensibilidad.
90°	1″0
”	”
”	”
”	”
10°	5″8
9	6.4
8	7.2
7	8.2
6	9.6
5	11.5
4	14.3
3	19.1
2	28.6
1	57.3

En el altazimut del Observatorio aproximan los micrómetros del círculo horizontal 1″; pero por regla general se puede sentar que la aproximacion de un instrumento es siempre menor que lo que he llamado movimiento inicial de sensibilidad en el mismo plano del círculo de que se trata, y así debe ser en efecto, puesto que aquel movimiento inicial está sujeto á varias causas que lo pueden hacer variar, siendo entre otras la práctica y habilidad del observador. Aquella circunstancia explica por qué visando un mismo punto varias veces, aun siendo uno solo el observador, no se obtienen exactamente las mismas lecturas. De todo esto se infiere que si la aproximacion del instrumento es de 1″ como en el caso que me ocupa, los equivalentes angulares de la tabla anterior deben ser realmente mayores que los que se ven en ella.

Si el instrumento aproximara 10″, los equivalentes deberán ser diez veces mayores, y aunque la mayor ó menor influencia del azimut en el resultado final depende tanto del propio valor del azimut como de la declinacion de la estrella y de su ángulo horario aunque de una manera indirecta, lo explicado hasta aquí demuestra claramente la conveniencia de no pasar de cierto límite inferior en la distancia zenital de la estrella. Yo creo que para estrellas cuya declinacion difiera á lo más de 30′ á 40′ de la latitud del lugar, la distancia zenital no puede ser menor de 3°. En mis observaciones he fijado por regla general 4°, tanto por la consideracion del equivalente angular de la tabla anterior, como porque para esa distancia zenital se encuentran en los catálogos de cuatro á cinco estrellas propias para observarse con intervalos convenientes á uno y otro lado del meridiano, obteniendo de esta manera cuatro ó cinco latitudes en una hora de trabajo próximamente. Es para mí la mejor combinacion que hasta hoy he encontrado en la aplicacion del método mexicano.

Veamos ahora el procedimiento que se debe seguir para no tener necesidad de conocer la indicacion meridiana ni el error del cronómetro, obteniéndose más bien estos datos del mismo método. Para esto hay que hacer la observacion de la estrella á uno y otro lado del meridiano á la misma altura; mas como esta no podria ser al Oeste igual que al Este, por la pequeña varia-

cion que hubiese en los niveles principalmente, llamaremos $\triangle h$ la correccion que se necesita hacer al ángulo horario occidental para hacerlo igual al oriental. Llamando entonces $\triangle t_0$ la correccion del cronómetro en el instante t_0, medio de las observaciones, y u su variacion en la unidad de tiempo, tendremos para el valor absoluto de los ángulos horarios al Este y Oeste respectivamente:

$$h = \alpha - (t' + \triangle t_0 - u\,[(t_0 - t')]$$
$$h = t + \triangle t_0 + u\,(t - t_0) - \alpha + \triangle h$$

de donde resulta

$$h = \tfrac{1}{2}(t - t') + \tfrac{1}{2}(t - t')u + \tfrac{1}{2}\triangle h$$
$$\triangle t_0 = \alpha - \tfrac{1}{2}\triangle h - \tfrac{1}{2}(t + t')$$

teniendo presente al sacar este último valor que $t_0 = -t' = t - t_0$. Despues veremos cómo se encuentra la correccion $\triangle h$. Ocupémonos antes del azimut a

Para esto llamaremos

m.... indicacion meridiana

c.... colimacion

G y G'.... lecturas del círculo azimutal al Oeste y Este respectivamente.

b y b'.... desnivel del eje del anteojo dado por el nivel montante, y cuyo valor es

$$b = \tfrac{1}{4}[(i + i') - (d + d')]\,w$$

en que i é i' representan las indicaciones del nivel del lado izquierdo, d y d' las del derecho en las dos posiciones del nivel, y w el valor angular de sus divisiones.

El valor absoluto de los azimutes, suponiendo que la graduacion va de izquierda á derecha, será

$$a = G' + b' \cot z + \frac{c}{\operatorname{sen} z} - m \ldots\ldots (8)$$
$$a = m - \left(G + b \cot z + \frac{c}{\operatorname{sen} z}\right) + \triangle a.$$

siendo $\triangle a$ la correccion que tiene que sufrir el azimut del Oeste por la variacion $\triangle h$ del ángulo horario, siendo por consiguiente aquella una funcion de esta.

De las últimas ecuaciones resulta

$$\left.\begin{aligned} a &= \tfrac{1}{2}(G' - G) + \tfrac{1}{2}(b' - b)\cot z + \tfrac{1}{2}\triangle a \\ m &= \tfrac{1}{2}(G + G') + \tfrac{1}{2}(b + b')\cot z - \tfrac{1}{2}\triangle a + \frac{c}{\operatorname{sen} z} \end{aligned}\right\} \ldots (9)$$

La correccion $\triangle h$ es una funcion de la variacion $\triangle z$ que puede sufrir la distancia zenital, compuesta de la diferencia en las lecturas del círculo vertical, suponiendo que tambien este se haya movido, de la diferencia entre los resultados de las lecturas de los niveles y de la diferencia de las refracciones. Es decir que tendremos

$$\triangle z = (g' - g) + (n' - n) + (r' - r)$$

en que $n = \tfrac{1}{2}(o - e)\,v$ y $n' = \tfrac{1}{2}(o' - e')\,v$, siendo o y e las indicaciones ocular y objetiva del nivel y v el valor angular de sus divisiones. El primer término del segundo miembro de la ecuacion que representa la diferencia en las lecturas del círculo vertical, será generalmente nulo, lo mismo que el último, atendiendo al corto intervalo trascurrido de una observacion á otra para temer algun cambio sensible en la atmósfera, y á la pequeñísima diferencia en las distancias zenitales.

Encontrado el valor de $\triangle z$, y recordando lo dicho poco antes, tendremos

$$\triangle h = \frac{dh}{dz}\triangle z$$

$$\triangle a = \frac{da}{dh}\triangle h = \frac{da}{dh}\cdot\frac{dh}{dz}\triangle z$$

Diferenciando la ecuacion (1) con relacion á h y z se tiene

$$\frac{dh}{dz} = \frac{\operatorname{sen} z}{\cos\phi\cos\delta\operatorname{sen} h}$$

Sustituyendo en esta ecuacion el valor de $\cos\delta$ deducido de la (3), reduciendo se obtiene

$$\frac{dh}{dz} = \frac{1}{\cos\phi\operatorname{sen} a}$$

con lo que

$$\triangle h = \frac{\triangle z}{\cos\phi\operatorname{sen} a} \text{ ó en tiempo } \triangle h = \frac{\triangle z}{15\cos\phi\operatorname{sen} a} = \frac{\sec\phi}{15\operatorname{sen} a}\triangle z$$

Para obtener $\triangle$ a, diferenciemos la ecuacion (4) con relacion á a y h, y despues de ligeras trasformaciones se obtiene fácilmente

$$\frac{d\,a}{d\,h} = \cos a \ \text{sen}\ a \ \cot h - \text{sen}^2\, a \ \text{sen}\ \varphi$$

Con este valor y el encontrado anteriormente se obtiene

$$\triangle a = \frac{d\,a}{d\,h} \cdot \frac{d\,h}{d\,z} \triangle z = \frac{\cos a \cot h - \text{sen}\ a\ \text{sen}\ \phi}{\cos \phi} \triangle z =$$

$$= (\cos a \ \cot h - \text{sen}\ a \ \text{sen}\ \varphi) \ \sec \varphi \triangle z$$

Escribamos todas las fórmulas que entran en el cálculo en el órden debido

$$n = \tfrac{1}{2}\,(o - e)\ v \qquad n' = \tfrac{1}{2}\,(o' - e')\ v$$

$$\triangle z = (g' - g) + (n' - n) + (r' - r) \qquad b = \tfrac{1}{4}\,[\,(i + i') - (d + d')\,]\ w$$

$$\triangle h = \frac{\sec \phi}{15\ \text{sen}\ a} \triangle z \qquad \triangle a = (\cot h \cos a - \text{sen}\ \varphi\ \text{sen}\ a) \sec \varphi \triangle z$$

$$h = \tfrac{1}{2}\,(t - t') + \tfrac{1}{2}\,(t - t')\ u + \tfrac{1}{2} \triangle z$$

$$a = \tfrac{1}{2}\,(G' - G) + \tfrac{1}{2}\,(b' - b) \cot z + \tfrac{1}{2} \triangle a$$

$$\triangle t_0 = \alpha - \tfrac{1}{2} \triangle h - \tfrac{1}{2}\,(t + t')$$

$$\tan M = \frac{\tan \delta}{\cos h}$$

$$\text{sen}\ (M - \varphi) = \cos M \ \tan h \ \cot a$$

$$\varphi = M - (M - \varphi)$$

Debemos hacer otra reflexion en vista de las tres últimas fórmulas. El valor de $M - \varphi$ se acerca bastante á la diferencia que haya entre la declinacion de la estrella y la latitud del lugar; de manera que cuanto menor sea esta diferencia, tanto menor será aquel valor, y como este está expresado por el seno, á proporcion que sea menor, menor será la influencia que tengan en el resultado los errores producidos en h y a. Por otra parte, las cantidades M y h están ligadas de tal manera, que un error en esta última cantidad produce algunas veces cierta compensacion en el resultado. No sucede lo mismo en la declinacion de la estrella, cuyo error influye por completo en la latitud, siendo el que se produce en esta un error igual ó casi igual al de la declinacion del astro. Esto obliga á no emplear en el método que me ocupa más que las estrellas que merezcan plena confianza.

Si la estrella se observa de un solo lado del meridiano, se necesita conocer, segun se ha dicho antes, para el cálculo de latitud la indicacion meridiana. Cuando esta no ha sido determinada directamente, la observacion completa de una estrella puede proporcionarla, haciendo uso de la segunda de las ecuaciones del número (9), calculando en seguida el azimut por medio de la fórmula (8). Se ve que en este caso se necesita conocer tambien el error de colimacion; pero sin que dejen de obtenerse resultados bastante satisfactorios. Así es como empecé á emplear el Método Mexicano hace cerca de seis años en una expedicion científica, y como lo seguí empleando varias veces siempre con buen éxito. No creo sea necesario detenerme más en la marcha que debe seguirse en las operaciones.

Otra manera de emplear el Método Mexicano, consiste en observar la misma estrella varias veces á distintas alturas, de grado en grado, por ejemplo, pudiendo comenzar si la estrella está al E., con una distancia zenital de 8°, y terminar con una de 4°. Debe preferirse, sin embargo, observar varias estrellas, siempre que ellas merezcan igual grado de confianza.

Para colocar el instrumento en la posicion conveniente, y conocer la hora aproximada de la observacion, una vez elegida la distancia zenital, se puede calcular el azimut y el ángulo horario por medio de las fórmulas siguientes:

$$m = \tfrac{1}{2}\,(z + \varphi + \delta) \qquad n = \tfrac{1}{2}\,(z + \varphi - \delta)$$

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}\,a = \sqrt{\frac{\cos m\ \text{sen}\ n}{\cos \phi\ \text{sen}\ z}} \qquad \text{sen}\ h = \frac{\text{sen}\ a\ \text{sen}\ z}{\cos \delta}$$

no necesitándose conocer la indicacion meridiana sino con la ruda aproximacion que puede proporcionar la misma declinacion de la brújula.

Conforme á las explicaciones anteriores emprendí una serie de observaciones, cuyos datos pongo á continuacion.

Observaciones hechas en el Observatorio Astronómico Nacional, para la determinacion de su latitud por el Método Mexicano.

FECHAS	Número de la estrella B. A. C.	Péndulo	Distancia zenital	Círculo azimutal	Nivel montante	
					d	i
1º de Otbre., 78.	7418 al E.	21h 00m 01s 2	2°32′	188°14′10″	21.0	40.0
					28.0	33.0
2 „	7418 E.	20 57 46.7	3 00	187 38 59	20.0	40.5
2 „	7418 O.	21 23 24.2	3 00	3 43 16	29.5	31.5
					20.0	41.5
					30.0	31.5
2 „	7520 E.	21 13 41.0	3 00	197 27 24	32.0	30.0
2 „	7520 O.	21 38 42.5	3 00	353 54 03	20.0	41.5
					30.0	31.5
					20.0	41.5
11 „	7418 E.	20 57 26.8	3 00	187 38 21	21.0	40.0
11 „	7418 O.	21 23 3.0	3 00	3 43 53	26.0	34.0
					20.0	41.0
					29.0	31.0
11 „	7520 E.	21 13 22.8	3 00	197 28 27	33.0	28.5
11 „	7520 O.	21 38 20.8	3 00	353 53 36	20.0	41.0
					35.0	26.0
					17.0	43.0
14 „	7418 E.	20 57 20.0	3 00	187 38 22	33.0	28.0
14 „	7418 O.	21 22 57.0	3 00	3 45 01	20.5	40.5
					32.0	29.0
					21.0	40.0
14 „	7520 E.	21 13 14.3	3 00	197 28 29	20.5	40.5
14 „	7520 O.	21 38 15.5	3 00	353 54 25	31.0	30.0
					20.0	41.0
					32.0	29.0
19 „	7418 E.	20 57 9.2	3 00	187 36 24	32.5	32.0
19 „	7418 O.	21 22 46.5	3 00	3 42 00	24.0	40.5
					27.0	38.5
					28.0	38.0
19 „	7520 E.	21 13 4.0	3 00	197 27 18	24.0	40.5
19 „	7520 O.	21 38 4.6	3 00	353 53 00	32.5	32.0
					28.0	38.0
					19.0	47.0
20 „	7418 E.	20 57 6.8	3 00	187 37 37	20.0	44.0
20 „	7418 O.	21 22 43.7	3 00	3 41 08	33.5	30.5
					23.0	40.0
					23.0	40.5
20 „	7520 E.	21 13 1.2	3 00	197 26 59	32.0	31.5
20 „	7520 O.	21 38 1.9	3 00	353 50 45	27.0	37.0
					24.0	39.0
					21.0	43.0
21 „	7418 E.	20 57 4.9	3 00	187 38 20	30.0	32.0
21 „	7418 O.	21 22 41.5	3 00	3 40 47	34.0	29.0
					23.0	40.0
					23.0	40.0

FECHAS	Número de la estrella B. A. C.	Péndulo	Distancia zenital	Círculo azimutal	Nivel montante	
21 de Otbre., 78.	7520 al E.	21h 12m 58s 9	3°00′	197°27′57″	34.0	29.0
21 „	7520 O.	21 38 0.0	3 00	353 51 20	33.0	30.0
					23.0	40.0
					21.0	42.0
22 „	7418 E.	20 57 2.2	3 00	187 39 42	28.0	37.5
22 „	7418 O.	21 22 39.0	3 00	3 43 20	34.0	30.5
					26.0	39.0
					28.0	38.0
22 „	7520 E.	21 12 57.5	3 00	197 29 57	34.0	30.5
22 „	7520 O.	21 37 57.7	3 00	353 53 20	35.0	30.0
					26.0	39.0
					25.0	40.0
23 „	7418 E.	20 57 0.0	3 00	187 41 12	37.0	27.0
23 „	7418 O.	21 22 36.5	3 00	3 42 09	34.0	29.0
					30.0	35.0
					17.0	47.0
23 „	7520 E.	21 12 54.5	3 00	197 30 38	37.0	27.0
23 „	7520 O.	21 37 54.8	3 00	353 51 39	34.0	29.0
					30.0	35.0
					17.0	47.0
24 „	7418 E.	20 56 57.8	3 00	187 40 37	32.0	32.0
24 „	7418 O.	21 22 34.7	3 00	3 42 11	36.0	28.0
					26.0	38.0
					20.0	44.0
24 „	7520 E.	21 12 52.7	3 00	197 30 21	32.0	32.0
24 „	7520 O.	21 37 53.2	3 00	353 52 46	36.0	28.0
					26.0	38.0
					20.0	44.0
25 „	7520 E.	21 12 50.5	3 00	197 29 51	37.0	27.0
25 „	7520 O.	21 37 51.1	3 00	353 52 37	39.0	25.0
					24.0	39.0
					21.0	41.0
30 „	7418 E.	20 56 48.6	3 00	187 40 18	31.0	30.0
30 „	7418 O.	21 22 25.3	3 00	3 41 52	36.0	26.0
					26.0	36.0
					20.5	40.5
30 „	7520 E.	21 12 43.0	3 00	197 30 06	31.0	30.0
30 „	7520 O.	21 37 43.0	3 00	353 52 51	36.0	26.0
					26.0	36.0
					20.5	40.5
31 „	7418 E.	20 56 46.5	3 02	187 41 13	42.0	22.0
					30.0	34.0
3 de Nbre., 1878.	7418 E.	20 56 40.2	3 00	187 40 13	42.0	22.0
3 „	7418 O.	21 22 17.2	3 00	3 42 05	30.0	34.0
					23.0	42.0
					25.0	40.0
3 „	7520 E.	21 12 35.0	3 00	197 30 26	42.0	22.0
3 „	7520 O.	21 37 35.5	3 00	353 53 02	30.0	34.0
					23.0	41.0
					25.0	42.0

FECHAS	Número de la estrella B. A. C.	Péndulo	Distancia zenital	Círculo azimutal	Nivel montante
4 de Nbre., 1878.	7418 al E.	$20^h 56^m 38^s 2$	3°00′	187°40′10″	39.0 26.0 36.0 29.0 28.0 36.0 23.0 41.0
4 „	7418 O.	21 22 15.1	3 00	3 42 10	
4 „	7520 E.	21 12 32.9	3 00	197 29 22	39.0 26.0 36.0 29.0 28.0 36.0 23.0 41.0
4 „	7520 O.	21 37 33.7	3 00	353 53 18	
5 „	7418 E.	20 56 36.0	3 00	187 40 04	36.0 29.0 39.0 26.0 29.0 36.0 19.0 45.0
5 „	7418 O.	21 22 13.2	3 00	3 42 07	
5 „	7520 E.	21 12 30.8	3 00	197 30 08	36.0 29.0 39.0 26.0 29.0 36.0 19.0 45.0
5 „	7520 O.	21 37 31.2	3 00	353 52 37	
7 „	7856 E.	22 2 32.7	4 00	182 19 12	26.0 37.0 28.0 35.0 29.0 35.0 26.0 38.0
7 „	7856 O.	22 36 40.8	4 00	9 5 19	
7 „	7900 E.	22 9 48.2	4 00	190 14 14	26.0 37.0 28.0 35.0 29.0 35.0 26.0 38.0
7 „	7900 O.	22 43 46.8	4 00	1 11 55	
7 „	7937 E.	22 15 40.1	4 00	194 53 00	26.0 37.0 28.0 35.0 29.0 35.0 26.0 38.0
7 „	7937 O.	22 49 14.7	4 00	356 32 25	
7 „	7997 E.	22 27 32.0	4 00	174 57 59	26.0 37.0 28.0 35.0 29.0 35.0 26.0 28.0
7 „	7997 O.	23 1 15.0	4 00	16 27 39	
9 „	7856 E.	22 2 30.9	4 00	182 19 30	26.0 37.0 25.0 38.0 26.0 36.0 24.0 38.0
9 „	7856 O.	22 36 37.2	4 00	9 6 46	
9 „	7900 E.	22 9 46.1	4 00	190 14 12	26.0 37.0 25.0 38.0 26.0 36.0 24.0 38.0
9 „	7900 O.	22 43 43.0	4 00	1 10 54	
9 „	7937 E.	22 15 37.9	4 00	194 52 56	26.0 37.0 25.0 38.0 26.0 36.0 24.0 38.0
9 „	7937 O.	22 49 10.9	4 00	356 32 19	
9 „	7997 E.	22 27 30.3	4 00	174 56 53	26.0 37.0 25.0 38.0 26.0 36.0 24.0 38.0
9 „	7997 O.	23 1 11.0	4 00	16 27 44	
10 „	7856 E.	22 2 28.9	4 00	182 18 15	21.0 40.0 26.0 34.0

FECHAS	Número de la estrella B. A. C.	Péndulo	Distancia zenital	Círculo azimutal	Nivel montante
10 de Nbre., 1878	7856 al O.	$22^h 36^m 35^s 7$	4°00′	9° 6′16″	d i 26.0 34.0 23.0 38.0
10 „	7900 E.	22 9 44.4	4 00	190 14 05	21.0 40.0 26.0 34.0 26.0 34.0 23.0 38.0
10 „	7900 O.	22 43 42.0	4 00	1 11 17	
10 „	7937 E.	22 15 36.2	4 00	194 53 16	21.0 40.0 26.0 34.0 26.0 34.0 23.0 38.0
10 „	7937 O.	22 49 10.1	4 00	356 31 55	
10 „	7997 E.	22 27 28.8	4 00	174 56 20	21.0 40.0 26.0 34.0 26.0 34.0 23.0 38.0
10 „	7997 O.	23 1 10.2	4 00	16 27 57	
14 „	7856 E.	22 2 24.5	4 00	182 21 48	25.0 36.0 27.0 33.0 26.0 35.0 27.0 34.0
14 „	7856 O.	22 36 31.5	4 00	9 9 39	
14 „	7900 E.	22 9 40.2	4 00	190 16 44	25.0 36.0 27.0 33.0 26.0 35.0 27.0 34.0
14 „	7900 O.	22 43 37.1	4 00	1 13 58	
14 „	7937 E.	22 15 31.8	4 00	194 56 35	25.0 36.0 27.0 33.0 26.0 35.0 27.0 34.0
14 „	7937 O.	22 49 5.7	4 00	356 35 46	
14 „	7997 E.	22 27 24.2	4 00	175 0 10	25.0 36.0 27.0 33.0 26.0 35.0 27.0 34.0
14 „	7997 O.	23 1 5.4	4 00	16 30 47	
15 „	7856 E.	22 3 5.2	4 09	182 15 44	22.0 40.0 26.0 36.0
15 „	7900 E.	22 9 39.1	4 00	190 16 36	22.0 40.0 26.0 36.0 31.0 30.0 25.0 36.0
15 „	7900 O.	22 43 36.3	4 00	1 13 51	
15 „	7937 E.	22 15 30.7	4 00	194 55 50	22.0 40.0 26.0 36.0 31.0 30.0 25.0 36.0
15 „	7937 O.	22 49 4.6	4 00	356 34 58	
15 „	7997 E.	22 27 23.2	4 00	174 59 17	22.0 40.0 26.0 36.0 31.0 30.0 25.0 36.0
15 „	7997 O.	23 1 4.8	4 00	16 30 30	
16 „	7856 O.	22 36 29.2	4 00	9 8 30	23.0 38.0 27.0 34.0
16 „	7900 E.	22 9 38.5	4 00	190 17 03	27.0 34.0 27.0 34.0 23.0 38.0 27.0 34.0
16 „	7900 O.	22 43 35.0	4 00	1 13 43	