

Investigaciones

Astronómicas

Observación del Tránsito de
Mercurio por el Sol,
el 5 de Mayo de 1832

de

Friedrich Wilhelm Bessel

Astronomische
Untersuchungen

Beobachtung des Durchganges des Mercur durch die
Sonne, am 4-5. May 1832

Von

Friedrich Wilhelm Bessel

Zweiter Band

KÖNIGSBERG in PR. 1842
IM VERLAGE DER GEBRÜDER BORNTÄGER.

Traducido al español por Lic. Fernando T. de Gorocica
Villa Gesell, Julio 2023

Tratado XII

Observación del Tránsito de Mercurio por el Sol, el 5 de Mayo de 1832

La observación de este tránsito se hizo en el **Observatorio de Königsberg** con una exhaustividad que le dio mayor interés que la que suele tener con observaciones similares: la posibilidad de obtener medidas fiables con el **heliómetro** provocó esta exhaustividad; la condición del cielo contribuyó significativamente a esto, ya que las imágenes en el telescopio aparecían tan nítidas y claramente delimitadas que las mediciones podían realizarse con gran certeza. Durante toda la duración de la aparición (sobre el disco solar), se desató una violenta tormenta, que a menudo sacudía el instrumento y a menudo empujaba las nubes más allá del Sol hasta el mediodía; pero ambos solo significaron que las observaciones tomaron más tiempo; no ha influido negativamente en la calidad de las medidas, pues como las vibraciones del telescopio producen un movimiento en conjunto de las imágenes hechas por ambas mitades del objetivo, se pueden visualizar (los contactos) en el telescopio no del todo quieto, y todavía se puede juzgar con certeza incluso si un **micrómetro** que no se basa en el principio de imágenes dobles fallara por completo. Durante la violenta tormenta no hubiera sido posible medir con un **micrómetro de hilo**.

Por mi observación he tenido tres propósitos diferentes: no sólo aprender las horas de contacto de los limbos (de Mercurio y del Sol), sino también usar el fenómeno para juzgar por él mismo la irradiación del Sol, y estimar el tamaño y la forma de Mercurio. A continuación se mostrará cómo se ha logrado todo esto.

§ 1.

En el comienzo noté el **contacto exterior** de los limbos (de Mercurio con el del Sol) considerablemente demasiado tarde (**I**), pero el **interior**, en mi opinión, con bastante fiabilidad:

Hora Sidérea
1^h 17' 36,68"

Hora del Meridiano de Königsberg
10^h 24' 38,77"

En la finalización (egreso) se produjo el **contacto interior** (a las):

Hora Sidérea
8^h 01' 40,14"

Hora del Meridiano de Königsberg
17^h 07' 38,03"

El **contacto exterior** (último contacto, a las)

Hora Sidérea
8^h 05' 03,19"

Hora del Meridiano de Königsberg
17^h 11' 00,53"

Ambos **contactos internos** de los limbos (de Mercurio y del Sol) aparecieron sin que un filamento de luz apareciera o desapareciera repentinamente entre el limbo del planeta y el limbo del Sol; más bien, la parte del disco solar que rodeaba al planeta, inmediatamente antes de la entrada completa (del planeta), se extinguió en los puntos más finos que, en el instante indicado para el contacto interno, se unieron, de modo que surgió una línea brillante entre los dos limbos, cuyo ancho, que al principio era apenas visible, fue aumentando progresivamente como consecuencia del movimiento del planeta. Al finalizar, tal vez estuve aún más atento a estas circunstancias que al comienzo, al menos mi atención ya no fue interrumpida por las nubes pasajeras; pero la descripción dada del comienzo se ajusta, en orden inverso,

exactamente a la finalización, de modo que no hay la menor duda sobre la manera en que el telescopio mostró el fenómeno. El tiempo especificado del **contacto exterior** de los limbos en la finalización (egreso del disco solar) es el instante en que la sección en el limbo del Sol se había vuelto tan pequeña que ya no podía distinguirla de un pequeño movimiento ondulante del limbo del Sol. El aumento del **heliómetro** utilizado para estas observaciones, así como para todas las mediciones posteriores, es de **290 veces**; el cristal ahumado (filtro solar) era **rojo oscuro**.

El profesor **Argelander**, cuya presencia disfruté en el observatorio, utilizó el aumento de **90x** de un telescopio **Fraunhofer** de **30 pulgadas**, que se distingue por su gran claridad. Con eso vio los dos contactos en la finalización (contacto interior y exterior, egreso):

Hora Sidérea 8^h 01' 41,39" y 8^h 04' 50,40"

La aproximación del planeta al limbo del Sol no parecía tan constante con este telescopio como me mostró el **heliómetro** del telescopio más potente: es decir, cuando la distancia entre los dos limbos podría haber sido de aproximadamente de **un segundo**, hubo una prolongación de la forma redonda del Mercurio, hacia el limbo del Sol, por lo que probablemente fuera una interrupción inadvertida del hilo de luz entre ambos limbos.

Herr Busch utilizó un telescopio de **Münich** de **42 pulgadas** y, con un aumento de **126 veces**, (y) anotó los tiempos de los dos contactos

Hora Sidérea 8^h 01' 41,23" y 8^h 04' 36,23"

- (I) El dispositivo descrito en el **tratado XI** aún no estaba disponible.

§ 2.

Se entiende por irradiación del Sol un borde de luz de unos **segundos de ancho**, provocado por la esplendor de la luz solar, que rodea el limbo real del Sol, de modo que no se lo puede distinguir a través de telescopios, es decir, el disco solar se muestra más grande de lo que realmente es.

La existencia de tal irradiación tiene la consecuencia necesaria de que cuando un planeta que pasa por delante del Sol se acerca al limbo del Sol, la luz entre los limbos de los dos astros desaparece en el instante en que el limbo del planeta cubre el limbo verdadero del Sol: antes de que el planeta se acerque al limbo aparente del Sol, hay una interrupción repentina en el hilo de luz entre los dos. Como la irradiación debe reducir el disco planetario tanto como agrandar el disco solar, la interrupción súbita se produce en el instante en que el espacio aparente entre los dos limbos se ha reducido al doble del ancho de la irradiación. Al entrar (Mercurio en el disco solar), todo esto se da en orden inverso.

—La magnitud de la irradiación puede determinarse midiendo el ancho del limbo de la luz en el momento de su interrupción repentina (o antes si se desea ayudar a la observación mediante el cálculo), así como comparando el **diámetro** medido del Sol con el tiempo resultante de la permanencia del planeta en tránsito frente al disco solar.

Si se comparan las descripciones, que la mayoría de los observadores de los **tránsitos de Venus** a través del Sol, en los años **1761** y **1769**, han hecho de los fenómenos que se les presentan los contactos internos de los limbos, no se puede dudar de que el Sol pareció realmente agrandado por la irradiación; que algunos de ellos también comentaron cuando ocurrieron los contactos externos (**I**),

pero no pueden ser por los resultado (producto) de la irradiación. La magnitud que **Dionis Dusejour** atribuía a la irradiación es menos cierta que su existencia; porque depende de las medidas de los **diámetros**, que, como es bien sabido, aún no se han realizado con ninguna certeza más allá de toda duda, incluso hasta ahora.

Con la misma seguridad que las observaciones de **1761** y **1769** muestran la existencia de una irradiación, las que he realizado ahora muestran que vi el Sol sin irradiación. Si no surge ninguna contradicción, debe suponerse que hay telescopios que magnifican el Sol por la irradiación, y otros que lo muestran en su verdadero tamaño. El **heliómetro** pertenece a este último; el telescopio más pequeño utilizado por el profesor **Argelander** para el primero, aunque este también mostró el fenómeno en un grado inesperadamente pequeño. Porque si la irradiación en este telescopio hubiera sido de la magnitud especificada por **Dusejour**, el espacio brillante entre los dos limbos tendría que haber sido interrumpido a la distancia aparente de **3"** (segundos de arco), mientras que, según el observador, en realidad sucedió a una distancia mucho menor.

Como la observación de los **contactos internos** ha demostrado inequívocamente que el heliómetro del telescopio no muestra al Sol apreciablemente más grande de lo que realmente es, es claro que una medición correcta del **diámetro** del Sol debe darle la misma magnitud que se puede deducir de la duración del tránsito del planeta frente al disco (solar). A este respecto, por lo tanto, tanto la medición del **diámetro** del Sol como la determinación de la distancia (angular) a la que el planeta pasó por el centro del Sol, son innecesarias. Sin embargo, he hecho ambas determinaciones, en parte encontrando interesante confirmar el resultado inmediatamente visto, en parte encontrando la distancia del planeta

desde el centro del Sol necesaria para determinar la verdadera posición heliocéntrica del planeta.

Basé la determinación de la distancia de la órbita aparente de Mercurio desde el centro del Sol en cuatro medidas de sus distancias desde puntos opuestos en su limbo:

Hora Sidérea Local	Hora Meridiano Local	Distancia Medida con Refracción [']	Ángulo de Posición [°]
4h 15m 11,26s	13h 21m 45,93s	8,6919'	348° 10'
4h 31m 50,46s	13h 38m 22,73s	27,0584'	159° 28'
4h 47m 28,66s	13h 53m 58,37s	27,0808'	149° 57'
5h 03m 00,26s	14h 09m 27,42s	8,7043'	324° 53'

Cada una de estas medidas es la media de **8** posiciones, de las cuales **4** indican la **distancia** del limbo de Mercurio más cercano al limbo del Sol, **4** del limbo más distante; la mitad del objetivo permaneció estacionario para los **8** ajustes, la otra mitad estaba en un lado del punto de coincidencia para los cuatro de ellos y en el otro lado para los otros cuatro. El **ángulo de posición** dado muestra la dirección en la que se midió cada distancia; esto se hizo al comienzo de cada una de las cuatro mediciones, aproximadamente en concordancia con la dirección en la que se encontraba el máximo o el mínimo de las distancias, aunque permaneció sin cambios durante la duración de los **8** ajustes, por lo cual las cuatro indicaciones no muestran claramente mínimos y máximos de las distancias del planeta desde el limbo del Sol. Esta disposición de las medidas, que presupone que la distancia directamente medida se reduzca por cálculo al mínimo o al máximo, es mucho más ventajosa que la propia medida del mínimo o del máximo.

Porque al especificar el ángulo de posición se obtiene lo que se requiere para el cálculo: la pequeña reducción, si bien tendría dificultades o al menos causaría una pérdida de tiempo innecesaria si se quisiera partir del promedio de las dos mitades del objetivo,

con cada ajuste exactamente en la dirección de los centros de los dos astros. —Las lecturas en los instrumentos meteorológicos necesarios para calcular la influencia de la refracción en estas medidas fueron: barómetro **337,4** milibares **+ 9° R**; temperatura **50° Fahrenheit**. A continuación se pueden encontrar las distancias liberadas de la refracción (sin):

Ajuste Distancia Medida con Refracción [']	Distancia Medida sin Refracción ["]
8,6958'	459,966"
27,0696'	1431,969"
27,0909'	1433,096"
8,7073'	460,574"

Medí el **diámetro** del Sol tanto vertical como horizontalmente. De dos observaciones completas encontré el **diámetro vertical = 35,8769'**, y de tantas observaciones el **horizontal = 35,9355'**; la hora de la observación fue en la **hora sidérea 7^h 41,4'**. Libres de los efectos de la refracción, estas medidas son:

Diámetro del Sol	Distancia Medida con Refracción [']	Distancia Medida sin Refracción ["]
Vertical	35,9418'	1901,405"
Horizontal	35,9462'	1901,637"

Si se reduce su medida al centro de la Tierra, se obtiene el **radio (semidiámetro) = 15' 50,745"**. Las **Tabulae Regiomontanae**, que se basan en los pasos por el disco solar a través del meridiano observado en el círculo del meridiano (anteojo de pasos), dan como resultado **15' 51,96"**: el **radio** ahora medido es **1,215"** más pequeño que según lo indicado en estas tablas.

He medido el **diámetro** de Mercurio en varios ángulos con el **círculo de declinación**, y cada vez obtuve lo siguiente, por un promedio de tres observaciones completas

Observación del Tránsito de Mercurio por el Sol, el 5 de Mayo de 1832

Hora Sidérea Local	Ángulo de Posición [°]	Diámetro de Mercurio [']	Diámetro de Mercurio ["]	Diámetro de Mercurio Verdadero ["]
2h 18'	0° 00'	0,2257'	11,938"	11,943"
2h 18'	22° 30'	0,2272'	12,018"	12,023"
2h 18'	45° 00'	0,2247'	11,886"	11,890"
2h 18'	67° 30'	0,2261'	11,960"	11,963"
2h 18'	90° 00'	0,2282'	12,071"	12,074"
6h 0'	90° 0'	0,2258'	11,945"	11,953"
6h 0'	112° 30'	0,2255'	11,929"	11,934"
6h 0'	135° 00'	0,2266'	11,986"	11,989"
6h 0'	157° 30'	0,2255'	11,928"	11,932"
6h 0'	180° 00'	0,2257'	11,937"	11,944"

La última columna es la suma de la penúltima con la refracción.

Su reducción a la **distancia media de la Tierra al Sol** da:

Ángulo de Posición [°]	Diámetro de Mercurio ["]
0° 00'	6,670"
22° 30'	6,665"
45° 00'	6,714"
67° 30'	6,640"
90° 00'	6,681"
90° 0'	6,743"
112° 30'	6,670"
135° 00'	6,660"
157° 30'	6,690"
180° 00'	6,659"

La concordancia de las medidas de los diferentes **diámetros** es mayor de lo que puede esperarse razonablemente del propio **heliómetro** y en circunstancias favorables. Estas medidas, por lo tanto, no dan ninguna razón para suponer que Mercurio se está aplanando, lo cual es perceptible para nosotros.

El resultado promedio es de **6,6792"** para el **diámetro** o **3,3396"** para el **radio**.

(I) *Encke*. Tránsito de Venus de 1767. Pág. 97.

§ 3.

Las horas observadas de los **contactos internos** determinan la hora del próximo encuentro de Mercurio con el Sol independientemente de los **radios** de ambos astros; de las medidas de las distancias del planeta a puntos opuestos del limbo del Sol, realizadas en el instante de la mitad del tránsito, es evidente la distancia de su órbita aparente al centro del Sol, sin que el **radio** del mismo tenga influencia sobre esto tampoco. Ambos juntos dan la posición del planeta en comparación con la posición del Sol.

—Además, la longitud de las cuerdas de un círculo descrito por el planeta, cuyo **radio** es la diferencia entre los **radios** de los dos astros, está dada por los tiempos de los **contactos internos**, y esta longitud, combinada con la distancia ya encontrada de las cuerdas al centro, determina la diferencia en el **radio**, es decir, también en el **radio** del Sol si se conoce el del planeta. Este último, sin embargo, se encuentra a partir de observaciones frente al disco solar, es decir, cuando hay una irradiación, (aunque) por la cantidad de esta irradiación es demasiado pequeño, por lo cual el **radio** del Sol hallado de esta manera será más pequeño (nuevamente) por la cantidad de irradiación que su verdadero **radio**. Por otro lado, el **radio** deducido de las mediciones directas, o de la comparación de las distancias de Mercurio desde puntos opuestos sobre el limbo del Sol, es mucho mayor que el verdadero. Entre los dos resultados hay una diferencia del doble de la magnitud de la irradiación.

Citaré ahora los aspectos individuales del cálculo, que esencialmente siguen el camino que se acaba de esbozar. Tomé prestadas las posiciones, del planeta y del Sol, del **anuario astronómico** de **Encke**; se supuso que la **paralaje horizontal** media del Sol fue de **8,5776''**, su **radio** según el **Tabulis Regiomontanis**, (y) según las investigaciones del mismo astrónomo, que examinó

exhaustivamente los dos **tránsitos de Venus** en el siglo pasado. De esta forma se obtiene **t**, la hora media de París del **5 de mayo** expresado en horas:

[N.d.T. al español:] de aquí en más, para las funciones trigonométricas utilizaré la notación moderna y sin logaritmos. También para los cálculos y sus fórmulas en notación computacional.

Para Mercurio

posición en:

A. Recta $\alpha = 42^\circ 26' 53,8817'' - t * 78,79043'' - t^2 * 0,00808''$
Declinación $\delta = 16^\circ 28' 11,7290'' - t * 68,53950'' - t^2 * 0,02015''$
Paralaje Horizontal $\pi = 15,3645'' + t * 0,00308'' - t^2 * 0,00003''$
Radio $h = 5,9801'' + t * 0,00120 - t^2 * 0,00001''$

Para el Sol

posición en:

A. Recta $\alpha' = 42^\circ 28' 33,8966'' - t * 144,547777'' - t^2 * 0,00714''$
Declinación $\delta' = 16^\circ 20' 0,1800'' - t * 42,60915'' - t^2 * 0,01424''$
Paralaje Horizontal $\pi' = 8,4976'' + t * 0,00008''$
Radio $h' = 15' 51,9790'' + t * 0,0017''$

Asignando la altura polar en **Königsberg = $54^\circ 42' 50,4''$** , su diferencia con el mediodía = **$1^h 12' 39''$** , el achatamiento de la Tierra = **0,00324**, se denotan las correcciones de las elevaciones y desviaciones supuestas de la línea por **$\Delta\alpha$, $\Delta\alpha'$** y **$\Delta\delta$, $\Delta\delta'$** , la corrección que se tiene que sumar al supuesto **radio** del Sol para obtener el verdadero por **$\Delta h'$** , la magnitud de la irradiación por **i**, y uno tiene

$$x = \Delta\alpha * \cos \delta - \Delta\alpha' * \cos \delta'$$

$$y = \Delta\delta - \Delta\delta'$$

durante la duración del fenómeno como constante, se encuentra:

1) de los dos contactos interiores

Distancia Observada	Distancia calculada
En el comienzo: $946,057'' + \Delta h' - i =$	$944,960'' + 0,5349 * x + 0,8449 * y$
En la finalización: $940,972'' + \Delta h' - i =$	$940,638'' - 0,9985 * x + 0,0545 * y$

2) de las distancias de Mercurio medidas desde los puntos opuestos al limbo del Sol

$$459,966'' = 464,462'' + 0,2367 * x - 0,9721 * y + 1,0005 * (\Delta h' + i)$$

$$1431,969'' = 1429,840'' - 0,3279 * x + 0,9450 * y + 1,0003 * (\Delta h' + i)$$

$$1433,096'' = 1430,340'' - 0,4945 * x + 0,8692 * y + 1,0000 * (\Delta h' + i)$$

$$460,574'' = 466,084'' + 0,5981 * x - 0,8109 * y + 1,0004 * (\Delta h' + i)$$

Las primeras ecuaciones, cuando se restan entre sí para eliminar $\Delta h' - i$, dan

$$0 = +4,237'' + 1,5334'' * x + 0,7904 * y,$$

las demás determinan, dada esta relación entre x e y ,

$$x = -3,9571'' \quad y = +2,3163'' \quad \Delta h' + i = -1,2857''$$

y estos valores de las cantidades desconocidas muestran que las cuatro medidas están, en lo deseado, de acuerdo entre sí, porque por lo tanto se dan como de

$$+0,02'', +0,07'', -0,07'', -0,02''$$

Si uno inserta los valores encontrados de x e y en las ecuaciones dadas por los contactos internos, se obtiene $\Delta h' - i = -1,257''$

§ 4.

Del cálculo de las observaciones hechas se desprende, de acuerdo con el testimonio de la observación directa del fenómeno, que el **heliómetro** del telescopio muestra el disco solar no mayor de lo que realmente es. Porque el **radio** reducido de la irradiación se deriva de los **contactos internos**, para el **medio día de París del 5 de mayo** (se tiene):

$$= 15' 51,979'' - 1,257'' = 15' 50,722'',$$

el **radio**, aumentado por la irradiación, que muestra el **heliómetro**, resulta de la medición directa

$$= 15' 51,979'' - 1,215'' = 15' 50,764''$$

y de las distancias medidas de Mercurio desde puntos los opuestos en el limbo del Sol

$$= 15' 51,979'' - 1,286'' = 15' 50,693''$$

Entonces, en la media de ambas determinaciones casi iguales, es el **radio** real

$$= 15' 50,729'' - i$$

y de los contactos interiores, lo mismo

$$= 15' 50,722'' + i$$

por lo que ambas determinaciones coinciden con la suposición de que la irradiación se desvanece de forma inesperada.

Nada más puede inferirse de las observaciones del **contacto exterior** en la finalización (del tránsito) que el grosor del sección en el limbo del Sol, que dejó de ser visible a través del telescopio utilizado. He calculado las dos observaciones hechas por **Argelander** y por mí mismo a este respecto, pero omití la de **Busch**, porque la menor claridad del telescopio que utilizó probablemente hizo que perdiera de vista los detalles antes de lo que el aumento del telescopio debería hacer esperar. Mi observación da esta expresión de la distancia:

$$957,941'' + \Delta h' = 952,375'' - 0,9989 * x + 0,0473 * y$$

la realizada por el profesor Argelander:

$$957,941'' + \Delta h' = 951,642'' - 0,9989 * x + 0,0478 * y$$

Sustituyendo los valores encontrados por **x**, **y**, $\Delta h'$, estas expresiones muestran que el **heliómetro** dejaba de mostrar una sección en el limbo del Sol cuando su profundidad (distancia desde él) era de **0,24''**, (con) el telescopio más pequeño cuando fue de **0,98''**. Esto es tan cercano en la proporción inversa de los aumentos de ambos telescopios que no se puede esperar otra cosa que el profesor **Argelander** debe haber visto el contacto exterior tan pronto como realmente lo vio: la diferencia entre las dos observaciones está, por

lo tanto, lejos de indicar una falta de fiabilidad de los instantes dados.

La determinación del **diámetro** de Mercurio, conocida hasta ahora, se basa en los tiempos transcurridos entre los **contactos exteriores** e **interiores** en tránsitos anteriores; no ha recibido una confirmación tan fuerte de las mediciones directas como para contrarrestar el resultado de mis observaciones con el **heliómetro**. Esta determinación es ciertamente demasiado pequeña, ya que se basa en la suposición de que se podría seguir la sección en el limbo del Sol hasta su verdadera desaparición.

Con el **heliómetro** del potente telescopio y bajo las circunstancias favorables de esta observación, también he visto a Mercurio mucho más tiempo en el limbo del Sol de lo que hubiera sido posible según la suposición anterior del **diámetro (6,01"** para la distancia = 1, según los cálculos de **Wurms**, *Mon. Cor. XIV.* p. 283).

§ 5.

Dado que todas las observaciones realizadas con motivo del tránsito de Mercurio por el Sol se confirman tan felizmente que no queda nada que desear a este respecto, y la condición del aire y el instrumento utilizado para las observaciones también hacen esperar un resultado similar, aunque no necesariamente el mismo acuerdo que existe, hay muchas razones para creer que la posición de Mercurio, que las mismas observaciones muestran, tiene una gran certeza. Por lo tanto, derivaré la **longitud** y la **latitud heliocéntrica** del planeta.

Para la **hora media de París 12^h 36'**, que corresponde aproximadamente a la **mitad del tránsito**, las posiciones aparentes

(coordenadas ecuatoriales) de los dos astros, según las fórmulas del apartado § 3, son:

Coordenada Ecuatorial	Mercurio	Sol
α	42° 26' 6,605''	42° 30' 00,628''
β	16° 27' 30,598''	16° 20' 25,740''

Si uno considera que la posición del Sol es la correcta, entonces los valores encontrados de x e y dan como resultado mejoras en la **ascensión recta** y **declinación** de Mercurio:

$$-4,126'' \text{ y } +2,316''$$

de ahí la ubicación aparente observada del mismo:

$$\alpha = 40^\circ 26' 02,479''; \delta = 16^\circ 27' 32,914''$$

Si uno libera de la **aberración** esta posición y la del Sol, encuentra las posiciones verdaderas

Coordenada Ecuatorial	Mercurio	Sol
α	42° 25' 56,450''	42° 30' 20,611''
β	16° 27' 27,669''	16° 20' 31,631''

y si uno reduce estas (coordenadas) a este (otro) círculo más grande (**coordenadas eclípticas**), asumiendo la **oblicuidad de la eclíptica = 23° 27' 34,57''**,

Coordenada Eclípticas	Mercurio	Sol
Longitud	44° 56' 26,895''	44° 58' 26,981''
Latitud	+7° 51,733''	-0,377''

Tomando de las **Efemérides**, las cantidades de las distancias de Mercurio y del Sol (ambas desde la Tierra)

$$= 0,558196745 \text{ U.A. y } 1,009415107 \text{ U.A.}$$

se obtiene la verdadera **posición heliocéntrica** del planeta:

Hora 1° Meridiano París	Longitud	Latitud
5 Mayo, 12h 36' 0''	225° 00' 55,54''	+0° 9' 44,41''

Si uno quiere basar el cálculo en una **longitud** y **latitud** diferente del Sol, a saber

$$\text{Longitud} = 44^\circ 58' 26,981'' + \Delta l \text{ y } \text{Latitud} = -0,377'' + \Delta b$$

así, la **longitud** y **latitud** del planeta sufren cambios que no difieren apreciablemente de $+\Delta l$ y $+\Delta b$.



Bibliografía & Enlaces

“Astronomische Untersuchungen”. Band 1 und 2 -
Colección de *e-rara*, provisto por *ETH-Bibliothek Zürich, Rar 1579*:
<https://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-14370?lang=en>

**Planilla de cálculo. “Cálculo de un Tránsito de Mercurio -
05.05.1832 - F. W. Bessel”**:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/10ghuxj-aiiwB2Jq4fHGNWjJPKMD6SXLO/edit?usp=drive_link&oid=108981343127313138621&rtpof=true&sd=true

“Cálculo de un Eclipse Solar y Lunar. Ocultación y Tránsito”:
https://es.wikibooks.org/wiki/Cálculo_de_un_Eclipse_Solar_y_Lunar._Ocultación_y_Tránsito

