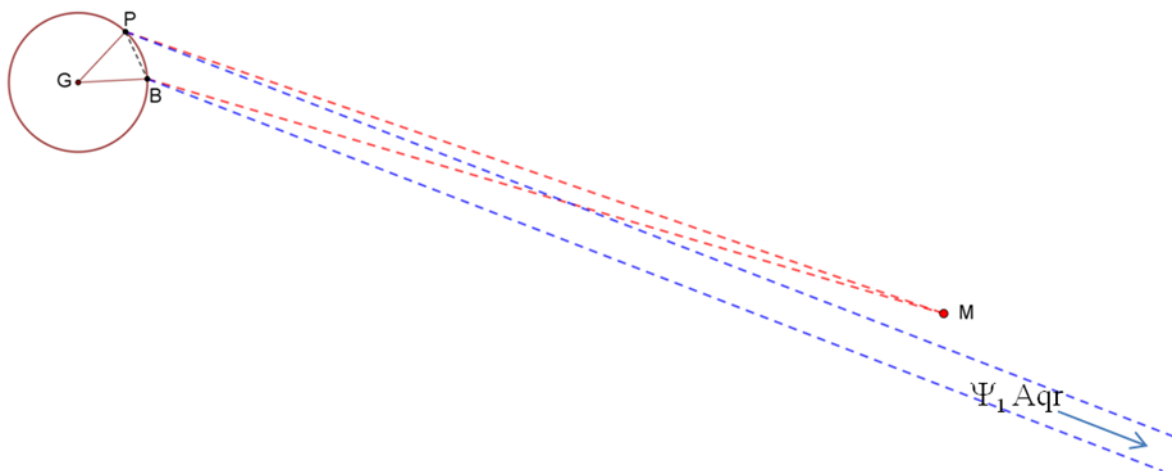


Ampliación La distancia Tierra – Marte

Uno de los primeros intentos por determinar las distancias en el sistema solar en épocas modernas fue el dirigido por Giovanni Domenico Cassini en 1672 cuando acababa de ser nombrado director del observatorio de París.

En septiembre de ese año se produjo una buena oportunidad para medir la distancia Tierra – Marte, ya que el planeta rojo se iba a encontrar en una oposición especialmente favorable por estar más cerca de la Tierra que lo habitual. Cassini envió a su ayudante Jean Richer a la Guayana francesa (latitud 5° N) mientras él mismo trabajó en París (49° de latitud N).

Desde ambas localidades observaron la posición de Marte respecto a las estrellas el día 5 de septiembre, en el que se produjo la oposición y el máximo acercamiento de los dos planetas. Eligieron en concreto la estrella Ψ_1 Aqr, de magnitud 4,2 y muy próxima a Marte en ese momento. Con mediciones lo más precisas que pudieron y no pocos cálculos encontraron que en París Marte se situaba $36' 34''$ más al N que Ψ_1 Aqr mientras que a 5° de latitud N esa distancia era de $36' 48''$. Una minúscula diferencia de tan solo $14''$, un ángulo muy, muy pequeño. Con ese dato pudieron resolver el triángulo PMB de la figura.



En ese triángulo son conocidas las posiciones de los puntos P (París) y B (a la misma latitud que la Guayana, pero en el meridiano de París), la distancia entre ellos y los ángulos con los que se vio Marte desde ambos. Faltaba el dato clave, el minúsculo ángulo que se forma en M que mide justamente esos $14''$.

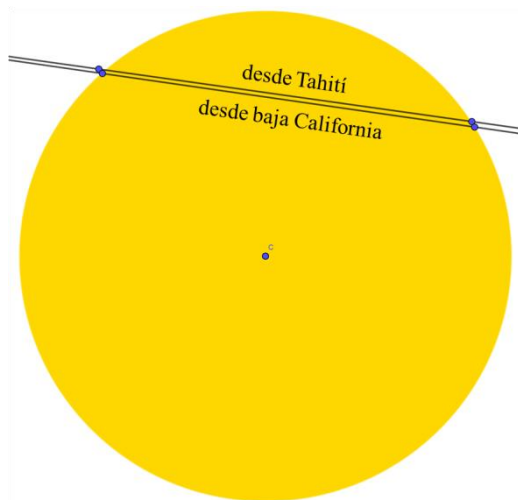
El resultado de sus cálculos dio para la distancia Tierra – Marte un valor de 54,8 millones de km. La cifra exacta en esa fecha era de 57 millones de km. Un error de un 4%, todavía importante pero ya dentro de unos márgenes más que razonables. El orden de magnitud quedaba así asentado definitivamente. Con ese dato dedujo la distancia Tierra – Sol encontrando un valor de 146,5 millones de km (frente a los 150 correctos).

Referencias: http://clea-astro.eu/archives/cahiers-clairaut/CLEA_CahiersClairaut_137_05.pdf

El tránsito de Venus de 1769

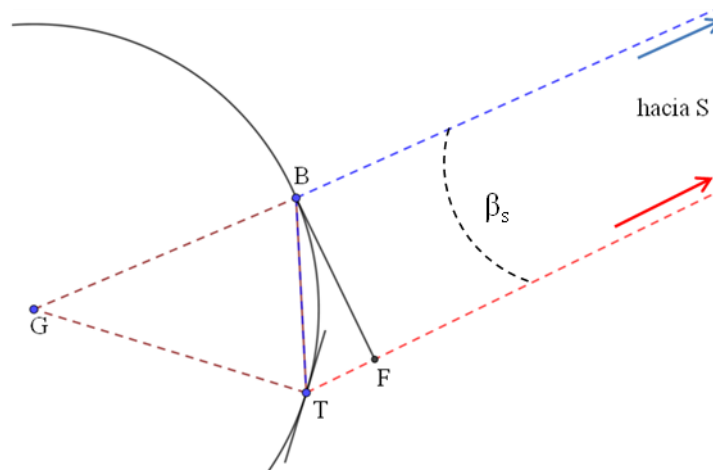
Edmund Halley propuso en 1716 un nuevo método para calcular la distancia Tierra – Sol: utilizar observaciones de un tránsito de Venus por delante del Sol desde dos lugares de la Tierra suficientemente alejados entre sí. Había dos oportunidades, en 1761 y 1769. Las expediciones organizadas en 1761 no fueron fructíferas, pero sí la de 1769. Nos fijaremos en dos de ellas, la más famosa, la del capitán James Cook a Tahití (a $17^{\circ} 32'$ de latitud Sur) y otra que observó el tránsito desde el cabo San Lucas en Baja California (entonces bajo dominio español, a $22^{\circ} 54'$ de latitud Norte) por Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche, Vicente de Doz y Salvador de Medina.

La distancia entre las dos trayectorias aparentes de Venus sobre el disco solar (con un diámetro de $31' 31''$) fue un casi imperceptible ángulo $\Delta\alpha = 14,8''$.



Pero gracias a él se pudo calcular el paralaje del Sol β_s , el ángulo que forman las rectas trazadas desde S (el centro del Sol) hasta los dos puntos de observación: T (Tahití) y B (Baja California). Resultó $\beta_s = 5,7''$.

Ya solo quedaba resolver algunos triángulos. Como las latitudes de B y de T, así como la altura del Sol en el centro del tránsito en ambos puntos, son datos conocidos, no queda más que hacer algunas operaciones trigonométricas relativamente sencillas.



$BT \approx 4.358$ km y el segmento BF (perpendicular a la línea TS) mide unos 4.011 km.

En el triángulo BFS, el ángulo BSF = $\beta_s = 5,7''$, por lo que $\text{sen } 5,7'' = BF / BS$.

Y la distancia Tierra – Sol = $BS = BF / \text{sen } 5,7'' = 4.011 / \text{sen } 5,7'' \approx 145 \cdot 10^6$ km.

Una estimación notablemente acertada.