

FASES DE VENUS

Rosa M. Ros, Ederlinda Viñuales – Atrévete con el Universo

La Tierra es el tercer planeta del sistema solar, en consecuencia el aspecto que nos presentan los diferentes planetas depende de la posición respecto del Sol y de nosotros. Los planetas que tienen la órbita entre el Sol y la Tierra se llaman planetas interiores (Mercurio y Venus). Al observarlos presentan fases de manera semejante a como lo hace la Luna. En particular estudiaremos las de Venus.

Al girar Venus alrededor del Sol, la mitad del planeta que está orientado hacia el él queda iluminado, mientras que la otra mitad queda a oscuras (figura 1).

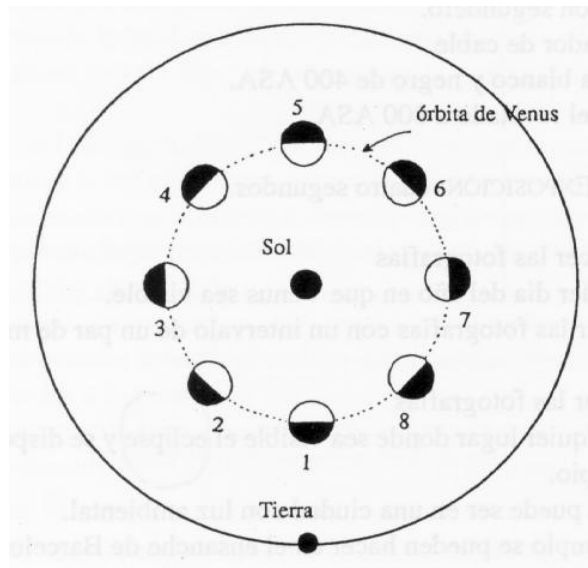


Figura 1: Posiciones de Venus al girar alrededor del Sol, y zona que este astro ilumina.

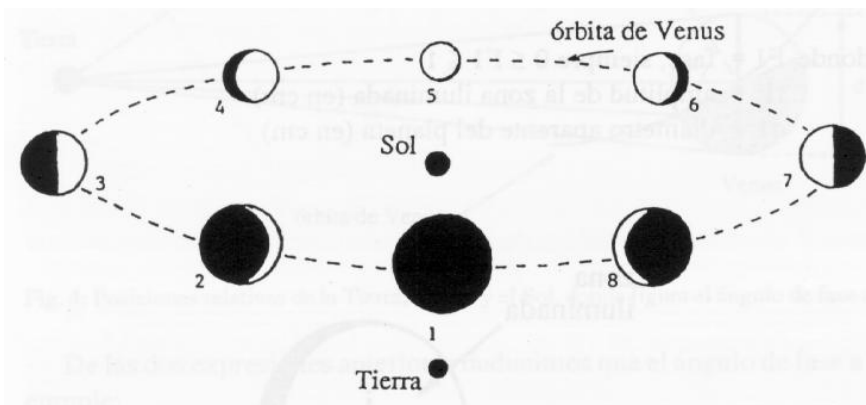


Figura 2: Fases de Venus vistas desde la Tierra, correspondientes a las posiciones de la figura anterior.

Desde el Sol el planeta siempre se ve todo iluminado, pero en cambio visto desde la Tierra no siempre tenemos la misma imagen. Así cuando la Tierra

está situada según la figura 1, no vemos a Venus cuando está en la posición 1, mientras que lo que vemos totalmente iluminado cuando está en la posición 5. Entre estas dos posiciones tenemos todas las fases intermedias igual que con la Luna (figura 2).

Comencemos con Venus nuevo (posición 1), va creciendo hasta llegar a cuarto creciente (posición 3), continua creciendo hasta Venus lleno (posición 5), comienza a decrecer hasta el cuarto menguante (posición 7) y sigue decreciendo hasta volver a empezar el ciclo en Venus nuevo (posición 1).

La observación de un par de estas fases nos permite calcular el radio de la órbita de Venus respecto del Sol, así como la distancia de Venus a la Tierra en cada caso. Sólo nos hace falta disponer de un par de fotografías del planeta realizadas en un intervalo de unos tres meses. (fotografías 1 y 2).

A continuación detallamos el proceso a seguir para una de las fotografías, en concreto para la fotografía 1. Todos los razonamientos y fórmulas se pueden utilizar para la fotografía 2 sin más que sustituir el índice 1 por 2. En primer lugar, a partir de cada fotografía, nos interesa deducir la fase. Llamaremos fase F_1 al tanto por uno entre la zona iluminada i_1 y el diámetro d_1 del planeta (figura 3):

$$F_1 = \frac{i_1}{d_1}$$

donde F_1 es la fase, siempre $0 \leq F_1 \leq 1$, i_1 es la amplitud de la zona iluminada (en cm) y d_1 es el diámetro aparente del planeta (en cm)

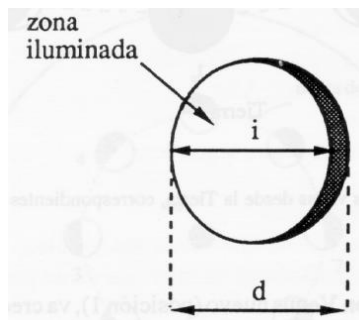


Figura 3: Planeta en fase, donde destaca el diámetro d y la zona iluminada i .

La zona que se ve iluminada desde la Tierra (figura 4) es:

$$i_1 = \frac{d_1(1 + \cos a_1)}{2}$$

donde a_1 es el ángulo de fase, ángulo bajo el que se ve desde Venus la distancia Tierra – Sol.

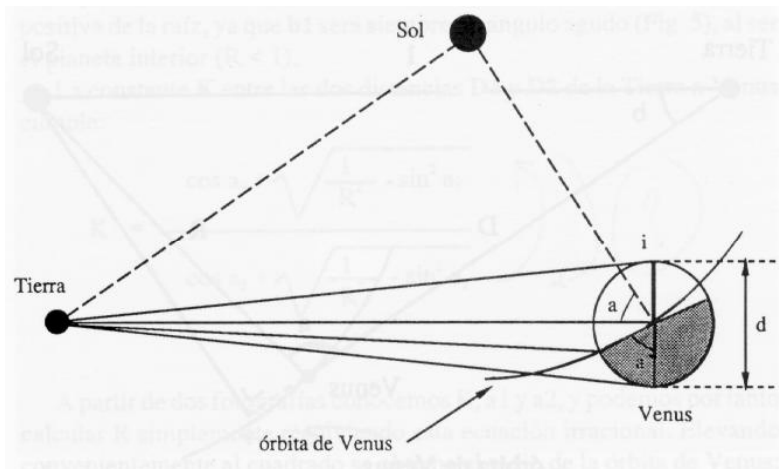


Figura 4: Posiciones relativas de la Tierra, Venus y el Sol, donde figura el ángulo de fase a .

De las dos expresiones anteriores deducimos que el ángulo de fase a_1 cumple:

$$a_1 = \arccos(2 F_1 - 1)$$

En consecuencia, al disponer de dos fotografías tendremos para cada una de ellas una fase: F_1 y F_2 así como un ángulo de fase: a_1 y a_2 . Evidentemente el diámetro d del planeta aumenta al disminuir la distancia D de la Tierra a Venus, por tanto si disponemos de dos fotografías se verificará la proporcionalidad siguiente

$$K = \frac{d_1}{d_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

donde d_1 , d_2 son los diámetros de Venus a cada fotografía y D_1 , D_2 son las distancias de la Tierra a Venus en cada fotografía

Conoceremos el valor de la constante K a partir de medir sobre cada fotografía los dos diámetros d_1 y d_2 . Tenemos entonces una relación entre las dos distancias D_1 y D_2 de la Tierra a Venus que queremos calcular

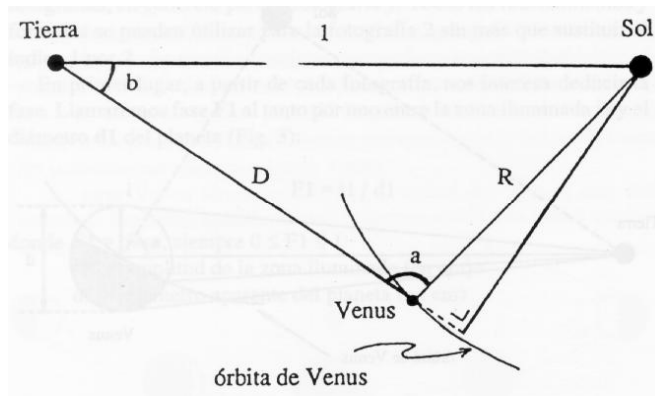


Figura 5: Posiciones relativas de la Tierra, Venus y el Sol.

Si suponemos que el planeta Venus describe una órbita circular entorno al Sol de radio R , y consideramos la distancia de la Tierra al Sol como unidad, se verificará (figura 5) para la fotografía 1:

$$D_1 = \cos b_1 - R \cos(180 - a_1) = R \cos a_1 + b_1$$

$$R = \frac{\text{sen } b_1}{\text{sen}(180 - a_1)}$$

donde R es el radio de la órbita de Venus entorno al Sol (u.a.) y b_1 es el ángulo bajo el cual desde la Tierra se ve la distancia de Venus al Sol, para la fotografía 1.

Dado que la última expresión nos permite expresar el ángulo b_1 en función del radio R y del ángulo de fase a_1 , podemos eliminarlo para obtener:

$$D_1 = R \cos a_1 + \sqrt{\frac{1}{R^2} - \text{sen}^2 a_1}$$

Aquí hemos sustituido el coseno del ángulo b_1 por la determinación positiva de la raíz, ya que b_1 será siempre un ángulo agudo (figura 5), al ser el planeta interior ($R < 1$).

La constante K entre las dos distancias D_1 y D_2 de la Tierra a Venus cumple:

$$K = \frac{\cos a_2 + \sqrt{\frac{1}{R^2} - \text{sen}^2 a_2}}{\cos a_1 + \sqrt{\frac{1}{R^2} - \text{sen}^2 a_1}}$$

A partir de dos fotografías conocemos K , a_1 y a_2 , y podemos por tanto calcular R simplemente resolviendo esta ecuación irracional. Elevando convenientemente al cuadrado se obtiene el radio de la órbita de Venus:

$$R = \frac{K^2 - 1}{\sqrt{(K^2 - 1)^2 + 4K^2(\cos^2 a_1 + \cos^2 a_2) - 4K(K^2 + 1)\cos a_1 \cos a_2}}$$

Resultado que sustituido en las expresiones:

$$D_1 = R \cos a_1 + R \sqrt{\frac{1}{R^2} - \sin^2 a_1}$$

$$D_2 = R \cos a_2 + R \sqrt{\frac{1}{R^2} - \sin^2 a_2}$$

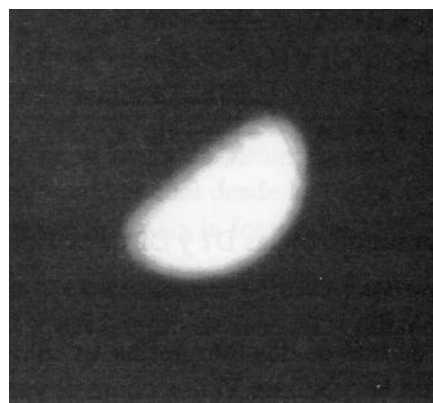
nos ha permitido obtener las distancias D_1 y D_2 de la Tierra a Venus en cada fotografía.

Si disponemos de más de dos fotografías, es conveniente calcular el valor R del radio de la órbita de Venus como el valor medio entre los resultados conseguidos para cada dos fotografías

Finalmente, una vez conocidos los parámetros que sitúan al planeta, es interesante comparar esta información que tenemos con los esquemas de las figuras 1 y 2. Podemos asociar, en primera aproximación, cada fotografía con una de las ocho posiciones nombradas. Por ejemplo, las fotografías que presentamos (fotografías 1 y 2), se pueden relacionar respectivamente con las posiciones 6 y 7 de las figuras 1 y 2. Bien entendido que no pretendemos con eso ningún tipo de precisión, pues una figura más correcta que también considerara nuestro movimiento se nos complicaría mucho el problema.



Fotografía 1 realizada el 26 / 06 / 86.



Fotografía 2 realizada el 2 / 09 / 86.

BIBLIOGRAFÍA

- Ros, R.M., Teaching several themes relating to inner and outer planets, *European Journal of Physics*, 20, Bristol. 1999.
- Ros, R.M., Viñuales, E., Saurina, C., *Astronomía: Fotografía y Telescopio*, Mira Editores. Zaragoza, 1993