

# Leyes de Kepler

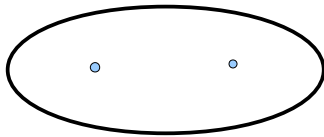
Johannes Kepler enunció las siguientes leyes hacia 1609 para describir los movimientos que describen los planetas en sus recorridos alrededor del sol.

### Primera ley

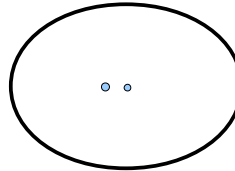
*“Los planetas alrededor del sol describen órbitas elípticas, ocupando la estrella uno de los focos de dicha elipse.”<sup>1</sup>*

Al principio se pensaba que las órbitas planetarias eran circulares. La idea venía ya de largo, porque en la antigua Grecia los pitagóricos proclamaban que el círculo era la forma perfecta, y como tal servía para describir los movimientos de los cuerpos celestes.

Sin embargo, aunque Kepler estaba en lo cierto, también es verdad que suponer una órbita circular no supone un error muy grave, y en muchos cálculos puede aceptarse. Esto es así porque las elipses que recorren los planetas son muy poco excéntricas (son bastante parecidas a círculos) y los focos de estas elipses están tan próximos que es como si el sol estuviese en el centro de un círculo.



Elipse excéntrica  
(los puntos indican sus focos)



Elipse poco excéntrica  
(los focos están cerca del centro)

---

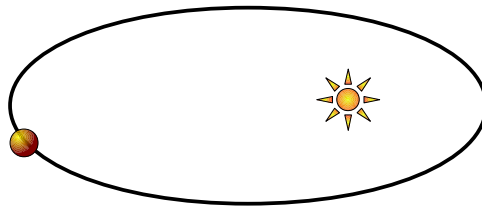
<sup>1</sup> Seguramente Kepler no utilizó estas palabras, pero nos hemos permitido una pequeña licencia para hacerlas más actuales y evitar el desconocimiento del alemán antiguo. Pero la esencia del mensaje es la misma.

# Cajón de Ciencias

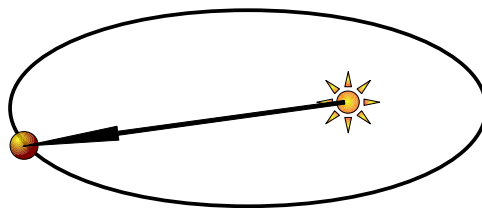
## Segunda ley

*“Las áreas barridas por el vector posición que une el centro del sol con cada planeta son proporcionales a los tiempos empleados en barrerlas. Dicho de otra manera, la velocidad areolar de cada planeta es constante.”*

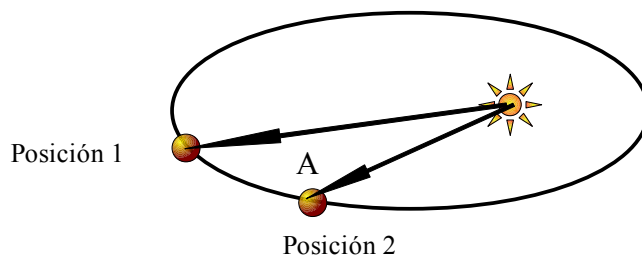
Para ver mejor lo que nos dice esta ley, vamos a suponer que la órbita de la Tierra alrededor del sol describe una órbita elíptica más excéntrica de lo que es en realidad:



El vector posición que se menciona en la ley sería el que va desde el centro de la estrella hasta el centro del planeta en un momento dado:

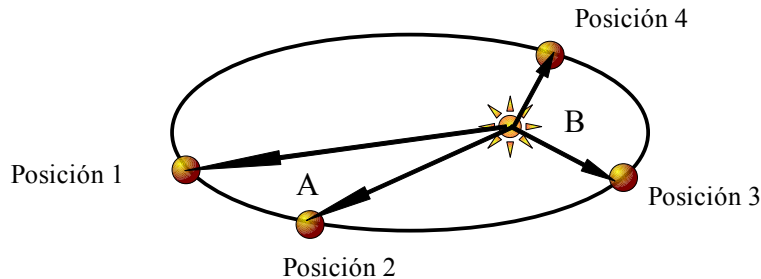


Y cuando dice “área barrida”, se refiere a la que queda entre dos vectores de posición para un  $t_1$  y un  $t_2$ . Es decir, la zona en donde se encuentra la letra A:



## Cajón de Ciencias

Ahora consideremos otras dos posiciones, esta vez más cerca de la estrella. Los dos nuevos vectores de posición delimitarían un área B:



Ahora atención al punto importante. Si suponemos que las áreas A y B son iguales, la segunda ley de Kepler establece que el planeta ha tardado el mismo tiempo en “barrer” cada una de ellas. Pero como la distancia 3-4 es mayor que la 1-2, eso quiere decir que el planeta, en ese tramo, **ha ido más rápido**. O lo que es lo mismo: **la velocidad de los planetas en su órbita no es constante**, sino que es máxima en el perihelio (punto más cercano al sol) y mínima en el afelio (punto más alejado).

### Tercera ley

*“Los cuadrados de los periodos de revolución de cada planeta son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de sus respectivas órbitas.”*

Recordemos que el periodo de un planeta es el tiempo que tarda en recorrer una órbita completa, y que las elipses tienen dos semiejes, uno mayor (por su parte más alargada) y otro menor (por su parte más achatada). Son como los radios, aunque con tamaños distintos. De todas formas, acuérdate también de que las órbitas son elipses casi circulares, por lo que para nuestros cálculos podemos considerar los semiejes mayor y menor iguales, como si fueran el radio de un círculo.

Aclarado todo esto, vamos a lo que dice la ley. Kepler descubrió que, en el sistema solar (y para los planetas que él conocía) se cumplía esto:

$$T_1^2/R_1^3 = T_2^2/R_2^3 = T_3^2/R_3^3 = \dots = \text{constante}$$

Siendo  $T_n$  los periodos de cada planeta y  $R_n$  los radios de sus respectivas órbitas.