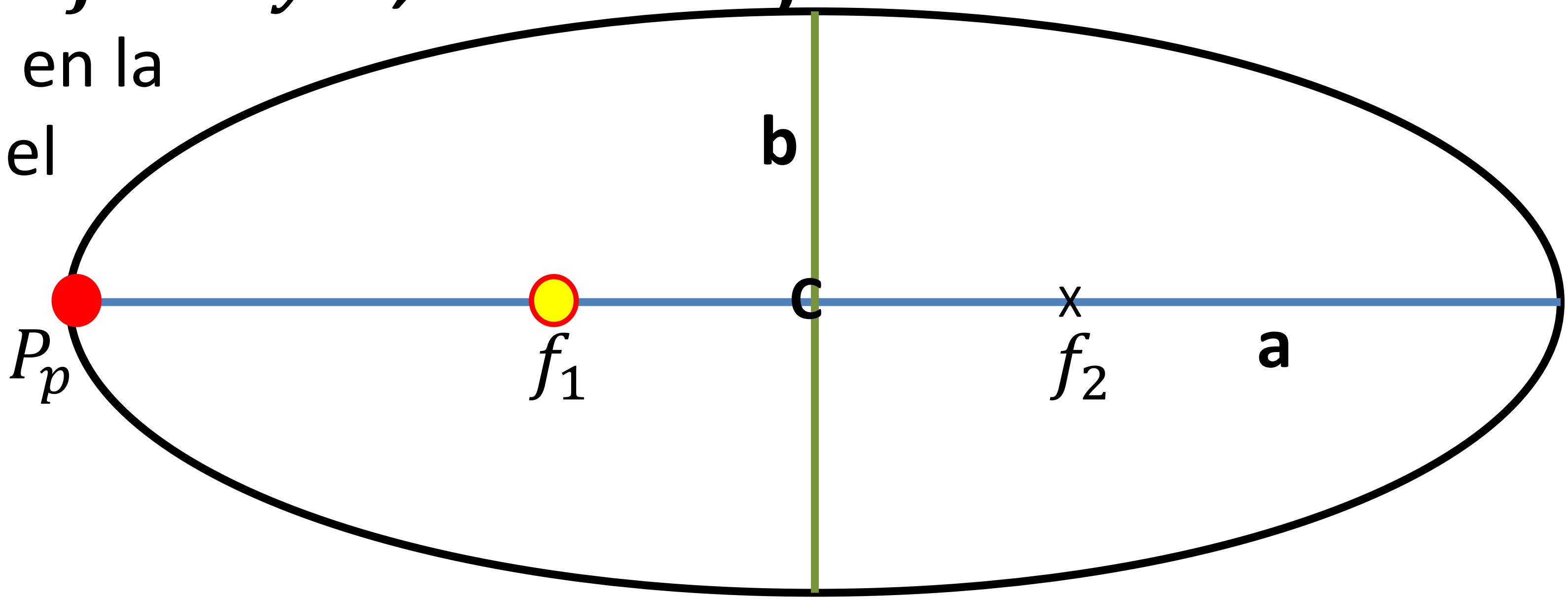
Afelio, Perihelio y excentricidad de la órbita de un Planeta

Dr. José Antonio García Barreto
Investigador Titular B
Instituto de Astronomía,
Universidad Nacional Autónoma de México

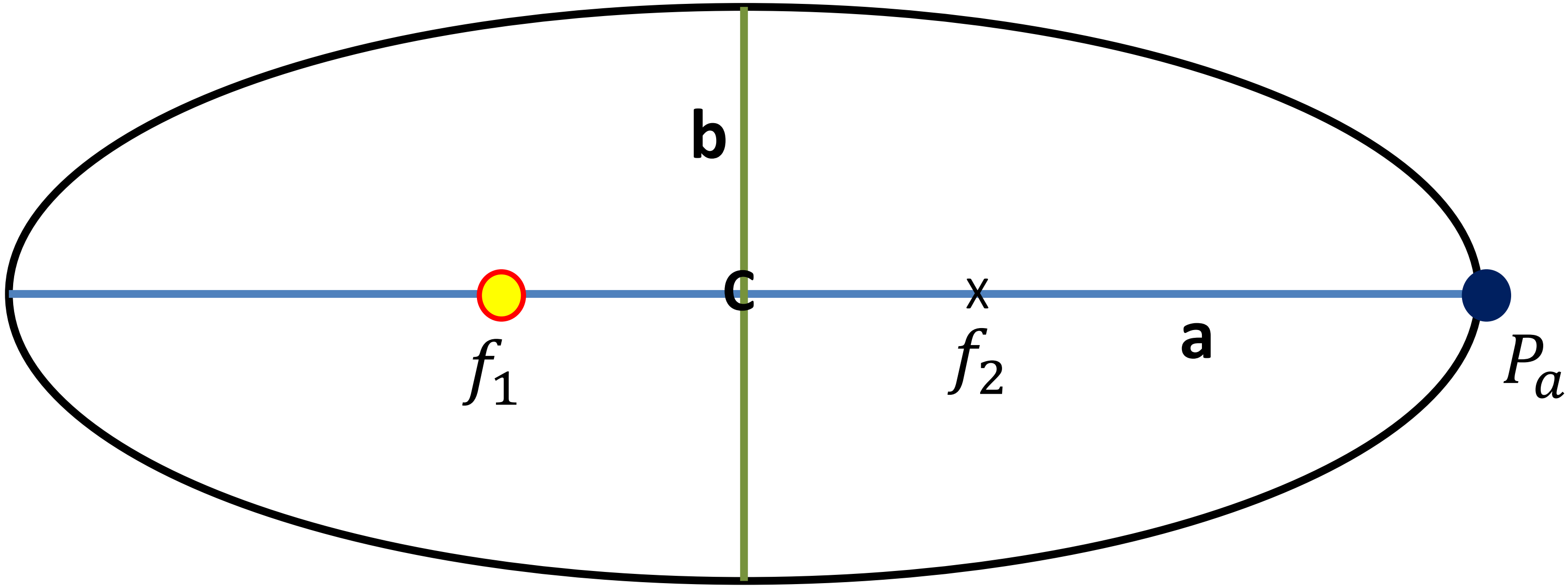
Material didáctico para el curso de ***Astrofísica General*** a nivel licenciatura ofrecido en la Facultad de Ciencias para estudiantes de física, Abril 2020

Sea la caricatura de la órbita elíptica de un planeta en su traslación alrededor del Sol ***(no está a escala).***

$\boldsymbol{a \equiv semieje\ mayor,\ b \equiv semieje\ menor.}$ El Sol se encuentra en la posición del foco 1 de la elipse.



Se dice que un planeta está en ***perihelio*** cuando **su distancia es la menor** $\boldsymbol{(P_p \rightarrow f_1)}$, ***sobre el eje mayor de la elipse***, entre el planeta y el Sol. La posición del planeta está indicada por P_p.



Se dice que un planeta está en ***afelio*** cuando **su distancia es la mayor**$(\boldsymbol{f_1 \to P_a})$, ***sobre el eje mayor de la elipse***, entre el planeta y el Sol. La posición del planeta está indicada por P_a.

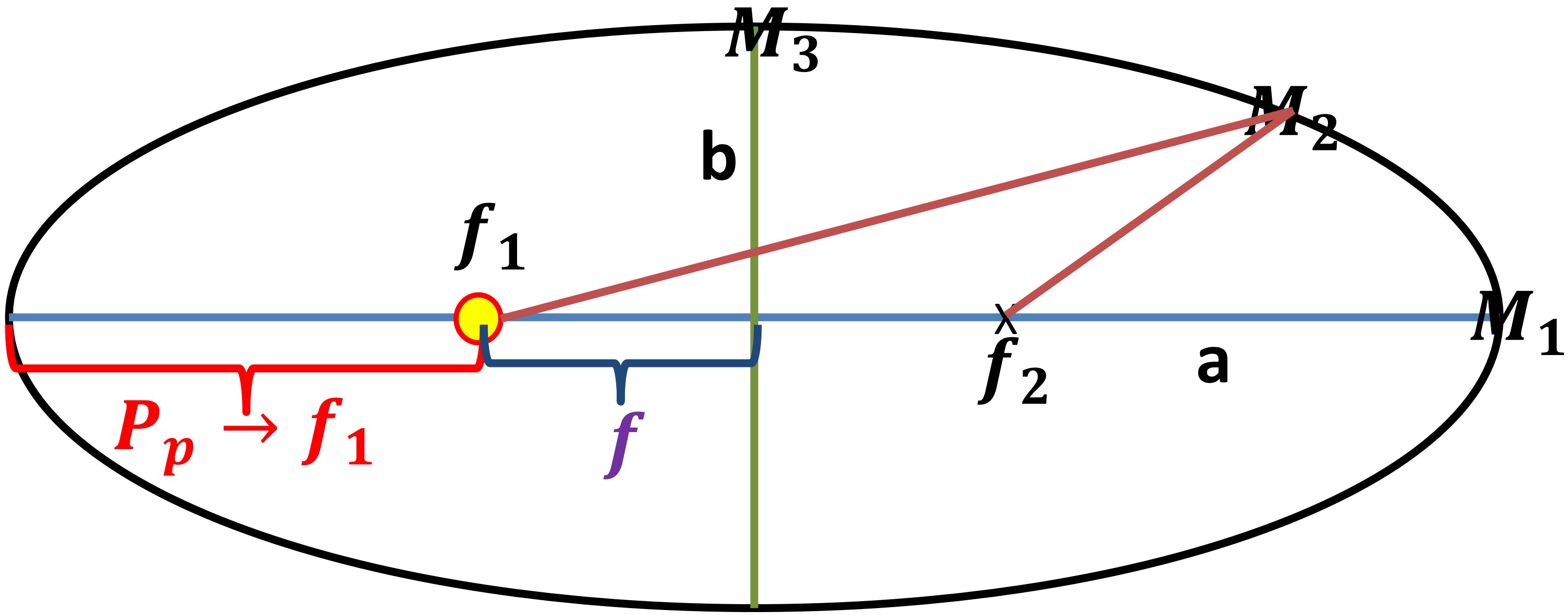
Las distancias $\boldsymbol{C \to f_1 \equiv f}$ ***y*** $\boldsymbol{C \to f_2 \equiv f}$ ***son las mismas, es decir, los focos son equidistantes del centro geométrico de la elipse.***

Para la forma de un objeto proyectada sobre un plano se utiliza el concepto de elipticidad, $\mathrm{e} = \sqrt{1 - \frac{b}{a}}$.

Pero para las órbitas de los planetas, los astrónomos utilizan el concepto de ***excentricidad,*** $\varepsilon = \sqrt{\mathbf{1} - \frac{\boldsymbol{b}^{\mathbf{2}}}{\boldsymbol{a}^{\mathbf{2}}}}$

ε se puede estimar directamente si se conocen a y b, es decir, los semiejes mayor y menor de la elipse.

Otra manera de estimar la excentricidad utilizando los valores del semieje mayor (distancia del planeta al Sol), $\boldsymbol{a}$, y la distancia en su perihelio, $P_p \rightarrow f_1$.



De la propiedad de la elipse, se sabe que la distancia total

$$f_1M_1 + f_2M_1 = f_1M_2 + f_2M_2 = f_1M_3 + f_2M_3 \equiv constante$$

De la figura, $f_1M_1 + f_2M_1 = (\boldsymbol{f} + \boldsymbol{a}) + (\boldsymbol{a} - f) = 2a$

$$f_1M_3 = f_2M_3 \equiv a$$

De la figura se puede observar el triángulo rectángulo $f_2 - M_3 - C$, donde $f_2M_3 = a$, $M_3C = b$, y $Cf_2 = \boldsymbol{f}$.

Por el teorema de Pitágoras, $a^2 = b^2 + \boldsymbol{f}^2$.

Por lo tanto $b^2 = a^2 - \boldsymbol{f}^2$.

Substituyendo b, en la expresión para la excentricidad,

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{(a^2 - f^2)}{a^2}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{1 - (\frac{a^2}{a^2} - \frac{f^2}{a^2})}$$

finalmente, la excentricidad se puede expresar como

$$\varepsilon = \frac{f}{a}$$