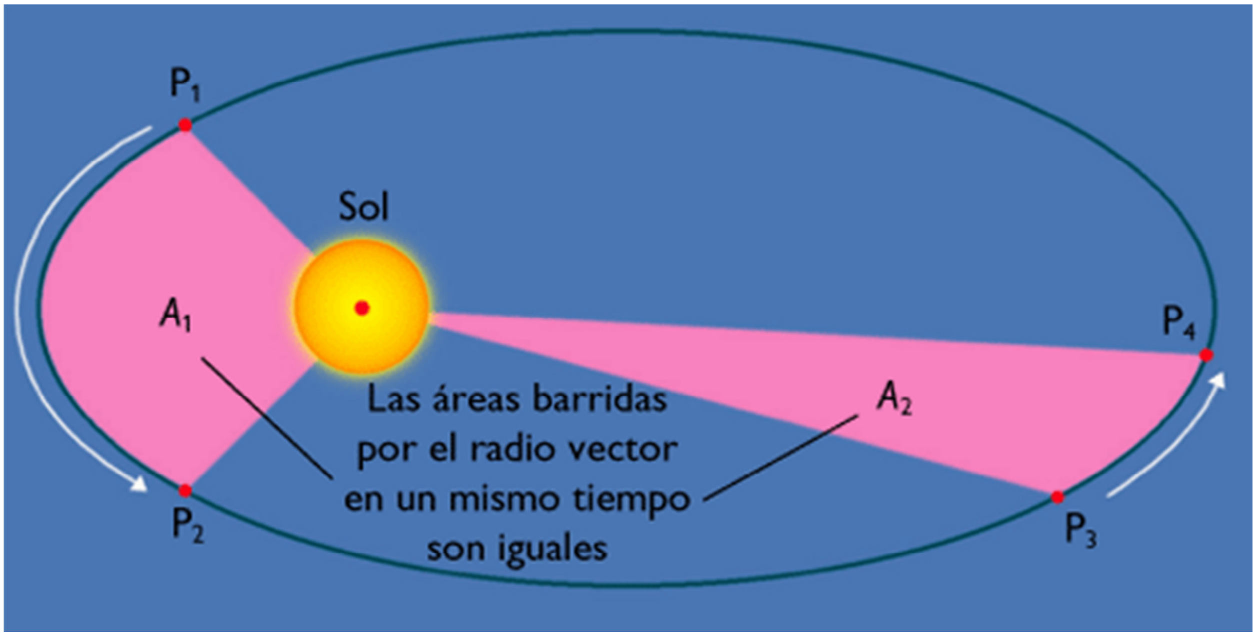
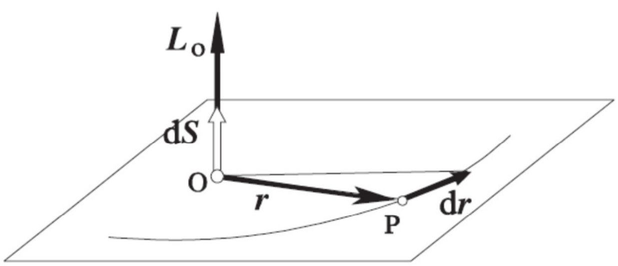
# 2ª ley Kepler




$$\mathrm{d}\boldsymbol{S} = \frac{1}{2}\boldsymbol{r} \times \mathrm{d}\boldsymbol{r} \qquad \boldsymbol{L} = m\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{v}$$

$$\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{S}}{\mathrm{d}t} = \frac{1}{2}\boldsymbol{r} \times \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} = \frac{1}{2}\boldsymbol{r} \times \boldsymbol{v}$$

$$\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{S}}{\mathrm{d}t} = \frac{\boldsymbol{L}}{2m}$$ =constante

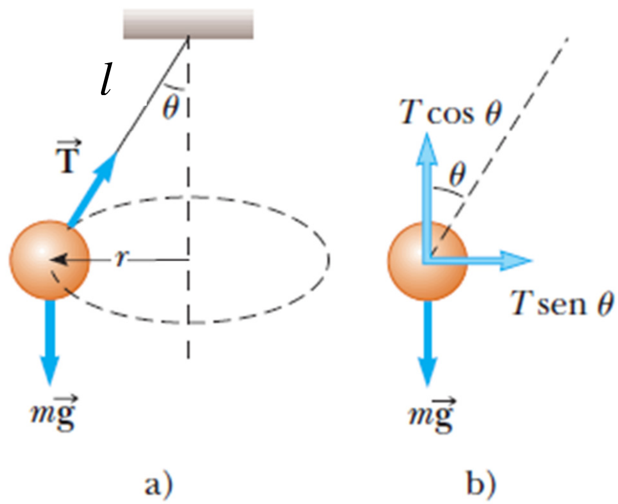
para cualquier fuerza central

>>El momento de una fuerza central respecto del centro de fuerzas O es cero. $\boldsymbol{M} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}_c$

>>La derivada del momento angular con respecto al tiempo es el momento de la fuerza.

d$\boldsymbol{L}$ / d$t$ = $\boldsymbol{M}$ = 0 → $\boldsymbol{L}$= constante.

Entonces la velocidad areolar es constante (2ª ley Kepler).




En el experimento realizado, se suelta el péndulo desde una posición fuera del equilibrio con una velocidad inicial que no apunta a la posición de equilibrio. El péndulo se mueve por la superficie de una esfera de radio l delimitada por dos planos horizontales paralelos. Sin embargo, cuando θ max es pequeño, como es el caso, la trayectoria es casi plana con la forma de la figura 1. Las fuerzas sobre el péndulo, despreciando el rozamiento, se muestran en la figura adjunta, son la tensión de la cadena **T** y el peso del péndulo $m\mathbf{g}$, de manera que en cada punto de su trayectoria la masa del péndulo experimenta una fuerza $\boldsymbol{F}$ que apunta casi hacia O, de magnitud

$$F \sim (mg/l)r.$$

Esta fuerza "casi" central ($\theta$<< significa sen$\theta$~tg$\theta$) deja el momento angular prácticamente constante.

Entonces, en particular, en los puntos A (apogeo) y P (perigeo), el más distante y el más próximo a O resp., debe verificarse

$$v_A\, r_A = v_P\, r_P$$

<u>Operaciones</u> sobre la trayectoria impresa y con ayuda de la regla adjunta:

**Frecuencia de la red: 50 ciclos/s**

1 Determina el punto O (centro de fuerzas). Es el punto medio del eje mayor o del eje menor. Ten presente que el rozamiento en cada vuelta disminuye la longitud de los ejes. Toma el valor medio entre dos vueltas consecutivas. A continuación, determina las distancias de A y B a O, $r_A$ y $r_B$. Registra todas las medidas en una tabla.

2 Elige 10 ciclos en torno a los puntos A y P y obtén el área barrida en ese intervalo por el vector de posición del péndulo. Utiliza la técnica explicada en clase y registra todas las medidas en la tabla. Fíjate en la figura 2.

3 Determina la velocidad en A, $v_{A}$, y en B, $v_{B}$, a partir de medidas tomadas sobre dos o tres ciclos en torno a esos puntos. Escribe los resultados en la tabla

4 Chequea si los resultados avalan o refutan la 2ª ley de Kepler.

5 Chequea si los resultados avalan o refutan la conservación del momento angular, $L_A = L_B$.

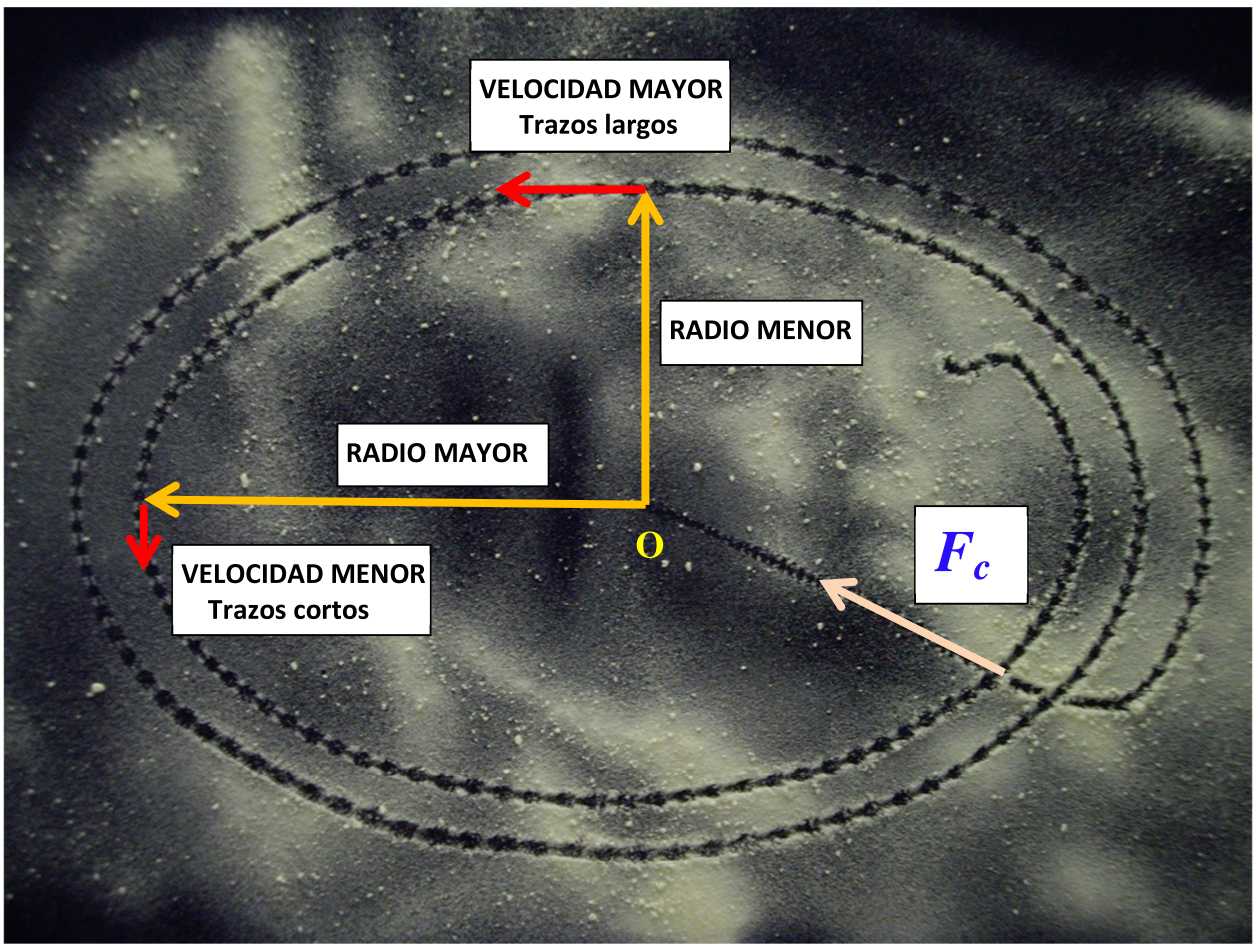



Figura 1

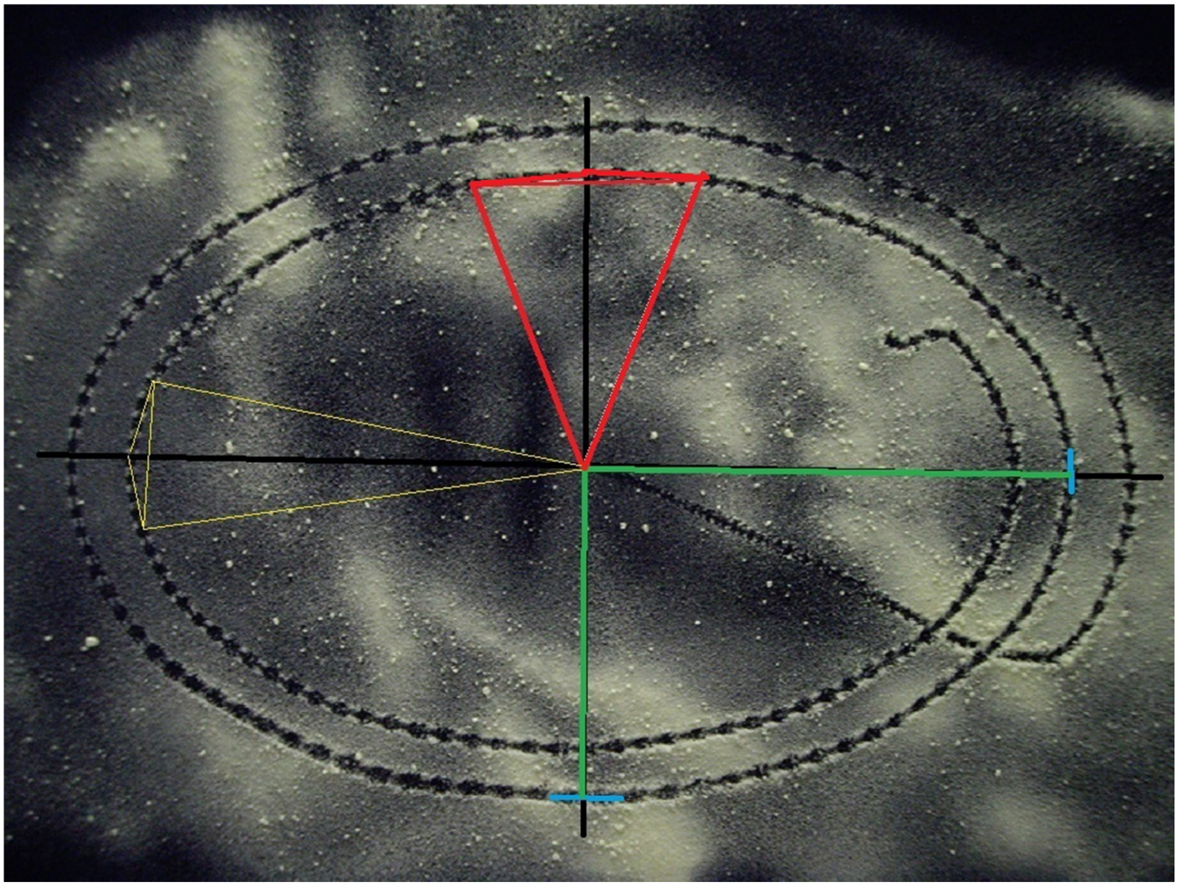


Figura 2