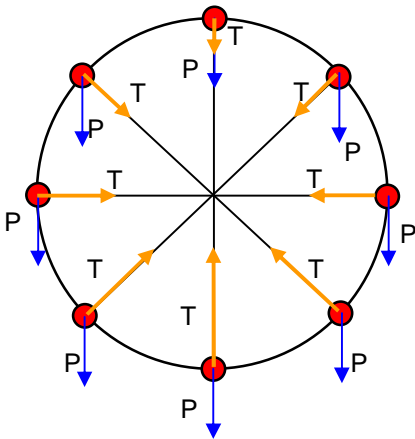


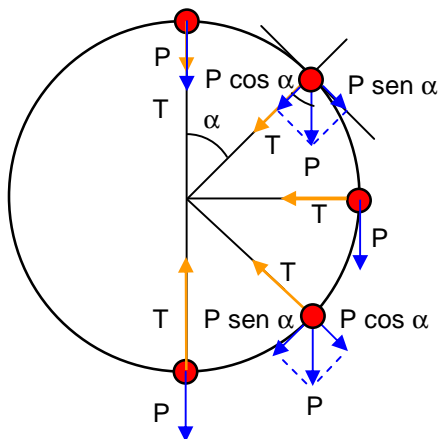
AMPLIACIÓN. MOVIMIENTO EN UNA CIRCUNFERENCIA VERTICAL

IES La Magdalena.
Avilés. Asturias

Una esfera metálica da vueltas, atada a una cuerda, en una circunferencia vertical. Estudiar su movimiento.



Las únicas fuerzas que actúan son el peso, P , que apunta siempre verticalmente al suelo y hacia abajo y la tensión de la cuerda, T , que apunta siempre hacia el centro de la trayectoria.



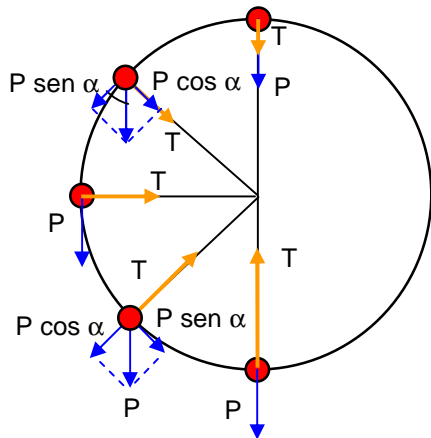
Tomamos como ejes:

- El X, tangente a la trayectoria (dirección de la velocidad)
- El Y, en dirección perpendicular a la tangente. Es decir según dirección del radio de la circunferencia.

Descomponemos el peso según los ejes considerados.
La componente $P \sin \alpha$ es tangente a la trayectoria.
La componente $P \cos \alpha$ está orientada según la dirección del radio.

Si consideramos la primera mitad del recorrido, observamos (ver fig. arriba):

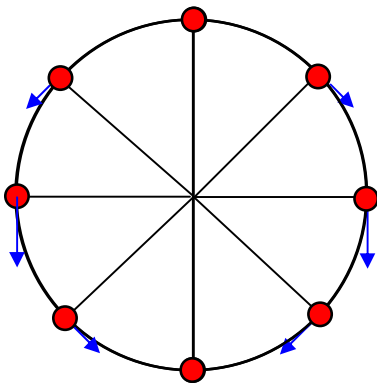
- Que la componente del peso que actúa según la dirección de la tangente tiene un valor cero en el punto superior, va aumentando su valor hasta que adquiere el máximo cuando $\alpha = 90^\circ$ y después comienza a disminuir para volver a valer cero en la parte inferior de la trayectoria. **Durante este trayecto apunta en el mismo sentido que la velocidad.**
- Que la componente del peso que actúa según la dirección del radio apunta hacia el centro, tiene un valor máximo en el punto superior y va disminuyendo su valor hasta que adquiere el valor cero cuando $\alpha = 90^\circ$. A partir de aquí, invierte su sentido (apunta hacia el exterior de la trayectoria) y comienza a aumentar para volver a tomar el máximo valor en la parte inferior de la trayectoria.



Si consideramos la segunda mitad del recorrido, observamos (ver fig. izquierda):

- Que la componente del peso que actúa según la dirección de la tangente va aumentando su valor desde cero en la parte inferior hasta que adquiere el máximo cuando $\alpha = 270^\circ$ y después comienza a disminuir hasta que en la parte superior su valor es nulo. Durante este trayecto apunta en sentido contrario a la velocidad.
- Que la componente del peso que actúa según la dirección del radio apunta hacia el exterior de la trayectoria y disminuye desde el valor máximo en el punto inferior hasta cero cuando $\alpha = 270^\circ$. A partir de este punto, invierte su sentido (apunta hacia el centro) y comienza a crecer hasta adquirir su máximo valor en el punto más alto de la trayectoria.

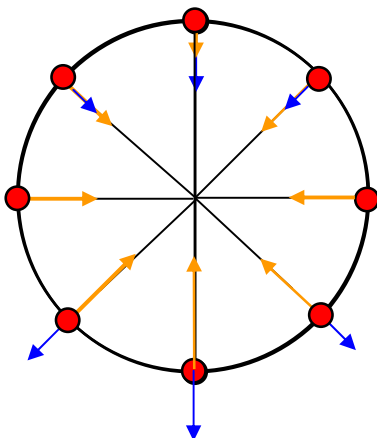
La fuerza tangente a la trayectoria es la responsable de la aceleración tangencial. Es decir, es la responsable de la variación del módulo de la velocidad.



Un cuerpo que se mueva en una circunferencia vertical, variará su velocidad a lo largo de la trayectoria, pero su movimiento no es uniformemente acelerado ya que la fuerza responsable de la aceleración tangencial es variable (ver figura izda.)

Durante la primera mitad del recorrido aumentará la velocidad (fuerza en el mismo sentido que la velocidad) y en la segunda parte del recorrido disminuirá la velocidad (fuerza en sentido contrario a la velocidad)

La fuerza resultante que apunta hacia el centro es la responsable de la aceleración normal. Es decir, es la responsable de la variación de la dirección de la velocidad.



La tensión soportada por la cuerda tampoco es constante a lo largo del recorrido.

Podemos escribir:

$$F_N = m a_N \quad T + P \cos \alpha = m a_N = (mv^2) / R$$

$$\Rightarrow T = (mv^2) / R - P \cos \alpha$$

La fuerza normal o centrípeta provoca el cambio de dirección de la velocidad necesario para que la trayectoria sea una curva.

En la parte superior de la trayectoria el peso apunta hacia el centro de la trayectoria, "contribuyendo" de esta manera a modificar la dirección del vector velocidad. Además, en este punto la velocidad tiene su valor más bajo. Por tanto, la tensión adquiere aquí su valor mínimo.

Cuando se recorre el primer cuadrante la componente del peso que apunta hacia el centro se va haciendo cada vez más pequeña y, además, la velocidad aumenta. Por tanto cada vez la tensión es más grande.

Cuando $\alpha = 90^\circ$ la componente del peso que apunta hacia el interior es nula y a partir de ahí, y hasta el punto más bajo de la trayectoria, la componente del peso según la dirección del radio invierte su sentido y pasa a apuntar hacia el exterior. En consecuencia, la tensión, además de suministrar ahora la fuerza centrípeta "en solitario", debe compensar la componente del peso. Si a esto añadimos que la velocidad sigue aumentando se comprenderá que en este segundo cuadrante se produce un aumento notable de la tensión de la cuerda. Su valor adquirirá un valor máximo en el punto más bajo de la trayectoria.

A partir de aquí, y durante la segunda parte del recorrido, la componente del peso (aunque sigue apuntando hacia el exterior hasta que $\alpha = 270^\circ$) es cada vez más pequeña y la velocidad disminuye haciendo que la tensión baje. En el último cuarto del recorrido la componente del peso vuelve a apuntar hacia el interior ("contribuyendo" de esta manera a la fuerza centrípeta), mientras que la velocidad sigue disminuyendo. La tensión, por tanto, disminuye rápidamente hasta que adquiere su valor mínimo en la parte más alta de la trayectoria.