

---

1. **Continuación de la pregunta 4 del laboratorio 3.**

Modifique las condiciones iniciales para que la distancia relativa oscile de manera más asimétrica respecto a su posición de equilibrio.

- (a) Para hacerlo de una manera más controlada debe modificar la energía mecánica del sistema sin modificar el potencial efectivo (**mismo momentum angular inicial**)

$$U_{\text{eff}} = \frac{1}{2}\kappa(r - r_0)^2 + \frac{l^2}{2\mu r^2} \quad (1)$$

donde  $l$  es el momentum angular relativo (**recuerde que se conserva**),  $r$  la distancia relativa de la masa 1 respecto a la 2,  $r_0$  la longitud natural del resorte,  $\mu$  la masa reducida y  $\kappa$  la constante del resorte. Grafique el potencial efectivo por unidad de masa (si prefiere por unidad de masa reducida) para  $r$  en el intervalo  $(0.01, 3.1)$ .

- (b) El movimiento relativo será más simétrico (comportamiento sinusoidal) para energías mecánicas ¿altas o bajas? Explique.
- (c) Viendo el potencial efectivo, ¿Por qué el movimiento relativo se puede hacer bastante asimétrico?
- (d) Compruébelo mediante algunas simulaciones utilizando Runge Kutta de cuarto orden para alguna energía mecánica relativamente alta. Para comparar haga las **gráficas pertinentes** que muestren este cambio. No se olvide de determinar la asimetría del movimiento.
- (e) Coloque la energía mecánica por unidad de masa (si prefiere por unidad de masa reducida) como una línea constante en el gráfico del potencial efectivo. Interprete el resultado de las simulaciones observando este gráfico.
- (f) Construya una función para determinar el período de oscilación del vector relativo  $\vec{r}$ . Calcúlelo para las condiciones iniciales utilizadas en las partes anteriores. Compárelo con el resultado obtenido para las condiciones iniciales del problema 4 del laboratorio 3. Discuta.

- 
- Debe identificar en su examen la pregunta que está respondiendo, ese decir, (a), (b), ...
  - Antes de las 07:55 el archivo jupyter de su grupo debe ser enviado con el nombre Parcial1-FC-Nombres.ipynb al correo ricardo.paredes.v@gmail.com
-