

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

TRABAJO PRÁCTICO
2º Cuatrimestre 2025

Análisis cinemático y dinámico de un salto Bungee Jumping

OBJETIVOS

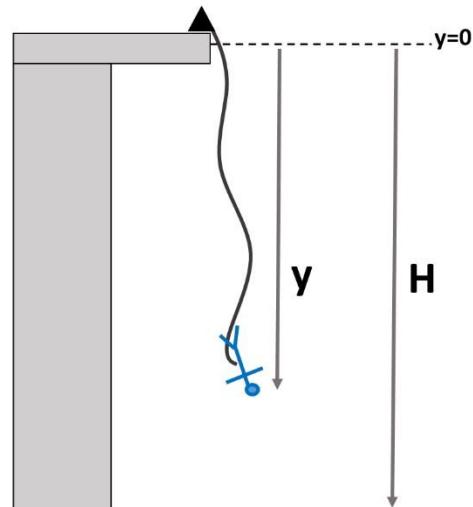
- Experimentar el uso de métodos iterativos para la resolución de ecuaciones no lineales y verificar resultados teóricos por métodos analíticos.
- Experimentar la simulación de distintos escenarios con los algoritmos desarrollados.

PLANTEO DEL PROBLEMA

Una persona de masa m realiza un salto *Bungee Jumping* desde una altura H . La cuerda utilizada reacciona con la siguiente ley constitutiva al ser sometida a un esfuerzo de tracción:

$$F_{ELÁSTICA} = k_1 \times \text{estiramiento}^{k_2}$$

Donde k_1 y k_2 son constantes positivas. La longitud natural de la cuerda tiene valor L_0 . Considerar el salto sin velocidad inicial y suponer que la trayectoria realizada tiene exclusivamente dirección vertical. Tampoco considerar el rozamiento con el aire en los primeros 6 ítems.



DESARROLLO DEL PRÁCTICO

- 1) Expresar la fuerza elástica como función de la coordenada vertical “y” (tener en cuenta que la cuerda no tiene resistencia a la compresión). Plantear la ecuación de movimiento correspondiente.
- 2) Considerando $k_2=1$, encontrar la solución analítica de la posición en función del tiempo aplicando la Transformada de Laplace. Encontrar el punto más bajo de la trayectoria.
- 3) Resolver el problema del ítem 2) por el *Método de Euler*. Encontrar el paso h necesario para que el error en el punto más bajo sea del 0.1%. Comprobar experimentalmente el orden del método.
- 4) Resolver el problema del ítem 2) por el *Método de Runge Kutta de orden 4*. Encontrar el paso h necesario para que el error en el punto más bajo sea del 0.1%. Comprobar experimentalmente el orden del método.

- 5) Graficar la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para 4 caídas sucesivas según cada método aplicado en los ítems 2), 3) y 4). Utilizar unidades de [m], [km/h] y [g], respectivamente. En cada grafico superponer los resultados de cada método. Obtener conclusiones.
- 6) Dimensionar los parámetros de la cuerda k_1 y k_2 para que el recorrido en la primera caída supere el **90%** de H (y no supere el 100%), y a la vez, la aceleración en el punto más bajo **no** supere los **2.5g**. Discutir la dirección y el sentido del vector aceleración en dicho punto. Para este ítem, elija el método que considere más adecuado para la resolución.
- 7) Resolver nuevamente el ítem 6 pero incluyendo el efecto de la resistencia del aire bajo la siguiente ley:

$$F_{VISCOSA} = c_1 \times \text{velocidad_relativa_al_aire}^{c_2}$$

Donde c_1 y c_2 son constantes positivas. Tener en cuenta que el valor de c_2 puede afectar matemáticamente el sentido de la velocidad. Explicar cómo se soluciona este inconveniente. Considerar al aire en reposo. Comparar resultados con el ítem 6.

DATOS

Considerar los siguientes datos. El valor NP deberá reemplazarse por el número de padrón de uno de los integrantes del grupo.

$$H = 150 \text{ m}$$

$$L_0 = [0.1 / 10000 * (NP - 100000) + 0.25] * H$$

$$m = 40 \text{ kg} / 10000 * (NP - 100000) + 50 \text{ kg}$$

$$k_1 = 10 / 10000 * (NP - 100000) + 40$$

$$c_1 = 2 / 10000 * (NP - 100000) + 3$$

$$c_2 = 1.5$$

CONCLUSIONES

Presente sus conclusiones del trabajo práctico. En particular, comente sobre:

- La relación problema real - problema matemático - problema numérico;
- Utilidad de los métodos numéricos para simular escenarios.