# Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Heroica Puebla de Zaragoza, 20 de noviembre, 2024.

Alumno: Braulio Ortega Monge  
Matrícula: 202049806

Título: Resolución de la versión no lineal del oscilador armónico

## Formalismo

La ecuación que describe el oscilador armónico no lineal está dada por:

Donde x(t) representa la posición del oscilador, k es la constante que determina la intensidad de la no linealidad, y t es el tiempo. Este sistema no tiene una solución analítica general, por lo que se requiere un método numérico para resolverlo.

Reescribiendo la ecuación como un sistema de primer orden:

## Algoritmos

Se emplearon los siguientes algoritmos numéricos para la resolución del sistema:

1. Método de Euler: Aproximación básica para soluciones iniciales.

2. Runge-Kutta de cuarto orden (RK4): Método principal para obtener soluciones precisas.

## Resultados

Valores de k simulados:

1. Intervalo 1: k ∈ [0, 1] (10 valores).

2. Intervalo 2: k ∈ [1, 25] (10 valores).

3. Intervalo 3: k ∈ [30, 200] (10 valores).

## Análisis crítico

Aprendizajes:

1. Comportamiento no lineal: El sistema muestra una fuerte dependencia de la amplitud con k, indicando que el término kx^3 domina a valores altos de k.

2. Importancia del paso de tiempo: Pasos más pequeños mejoran la precisión, pero aumentan el costo computacional.

Mejoras posibles:

1. Optimizar el método numérico: Implementar métodos adaptativos para ajustar el paso de tiempo dinámicamente.

2. Análisis energético: Verificar la conservación de energía en el sistema para validar las simulaciones.

3. Paralelización: Utilizar cálculo paralelo para simular varios valores de k simultáneamente.

**Conclusión:**

Los resultados confirman que la no linealidad introduce efectos complejos en la dinámica del oscilador. Aunque los algoritmos empleados fueron efectivos, existen oportunidades significativas para mejorar la eficiencia y la precisión.