

Ejemplo: Masa total en reactor químico

Durante una experiencia se mide la concentración de la masa en diferentes tiempos. Se desea contar con un programa que cada vez que se realiza esta experiencia se puedan ir cargando los valores de tiempo y concentración obtenidos para finalmente poder obtener la cantidad de masa total al cabo de 50 minutos sabiendo que la tasa de flujo Q del reactor es $Q = 4 \text{ m}^3 \text{ T}min$. Se sabe que para calcular cuánta masa entra o sale de un reactor durante un periodo específico de tiempo, se utiliza la siguiente expresión:

$$M = \int_{ti}^{tf} QCdt$$

donde ti y tf : **tiempo inicial** y **final**, respectivamente.

La integral representa la suma del producto del flujo por la concentración, lo que da la masa total que entra o sale de ti a tf .

t(min)	0	10	20	30	35	40	45	50
C, mg/m ³	10	35	55	52	40	37	32	34

Análisis del problema. *Análisis*

Objetivo

Calcular la masa total entre 0 y 50 minutos.

Datos de entrada

tabla

Datos de salida

masa

Análisis del problema. *Estrategia*

Tenemos que:

- Como **Q** es constante, entonces la integral para calcular la masa que entra o sale del reactor queda así:

$$M = Q \int_{t_i}^{t_f} C dt$$

- Sabemos que los datos **no están todos equiespaciados**



¿Cual es el mejor método que podemos usar?

Veamos la gráfica de los datos de la tabla:



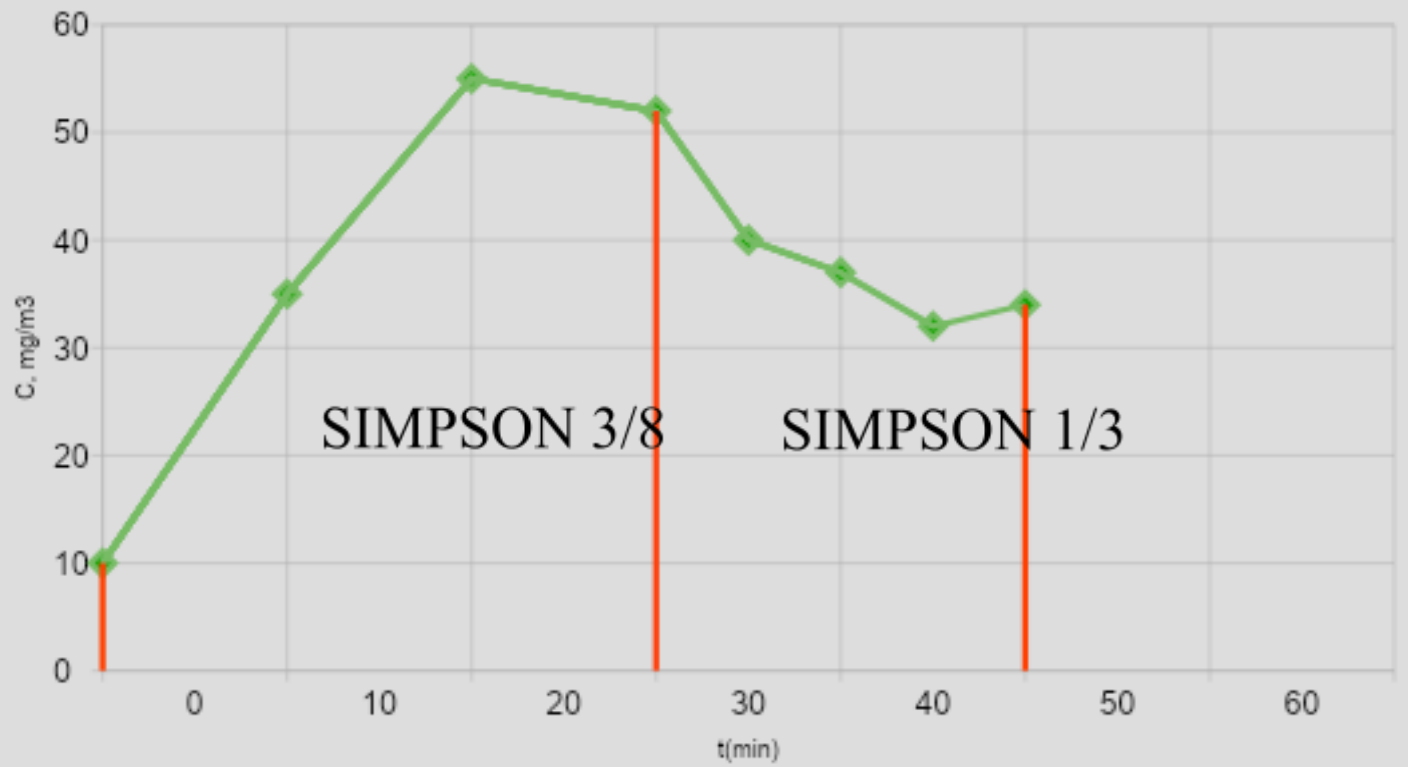
De la distribución de los puntos podemos ver que:



Vemos que los primeros cuatro puntos están igualmente espaciados y los restantes 5 de la misma manera entre sí.

Por lo tanto podemos separar la resolución del problema en dos:

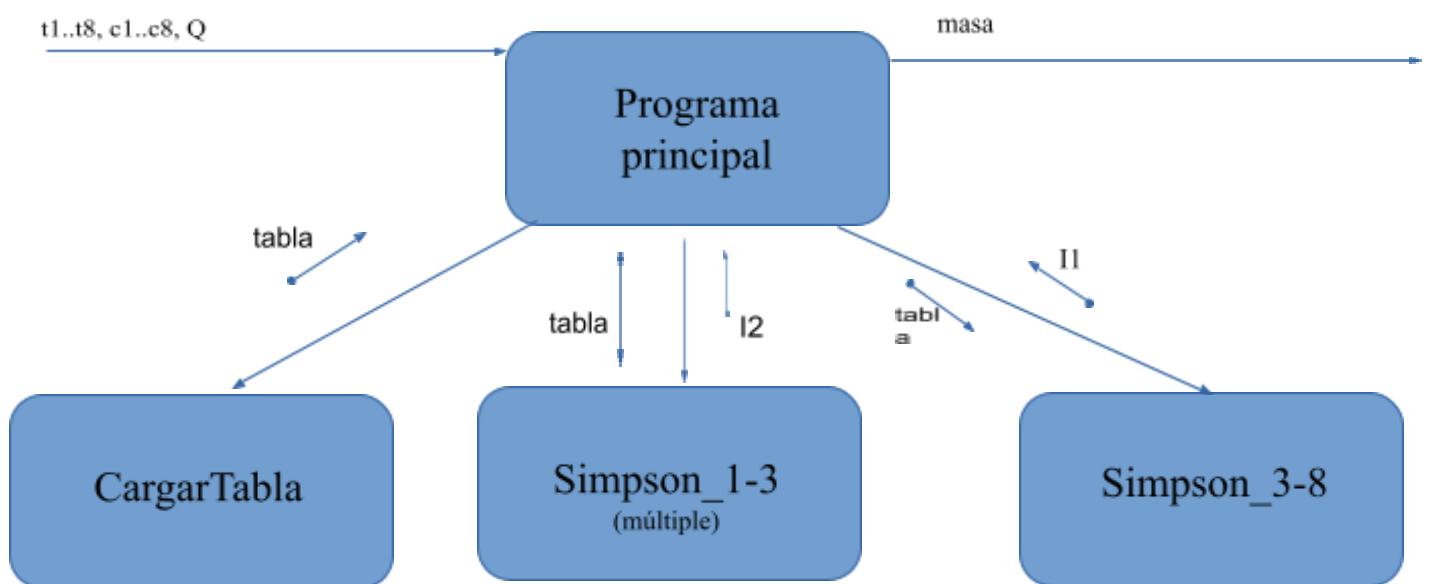
Concentración vs Tiempo



Estrategia de resolución

- Aplicar **Simpson $\frac{3}{8}$ Simple** usando los primeros cuatro puntos de la tabla. Llamemos a esto I_1
- Aplicar **Simpson $\frac{1}{3}$ Múltiple** para los puntos restantes. Llamemos a esto I_2
- Sumar los resultados obtenidos: $I = I_1 + I_2$
- Multiplicar el resultado de la integral por Q , para obtener $M = Q \cdot I$

Diseño de la solución. *Diagrama de estructura*



Diseño de la solución. *Algoritmos*

```
Funcion CargarTabla()
Tabla=[]
Op='s'
Mientras op == 's' hacer
    Fila =[]
    Escribir 'Ingrese el tiempo: '
    Leer fila[0]
    Escribir 'Ingrese la concentración'
    Leer fila[1]
    Agregar a Tabla (Fila)

    Escribir 'Quiere ingresar mas datos?'

    leer op

retornar Tabla
```

Función Simpson_1-3 (datos):I

```
t4 = datos[3][0]
t8 = datos[7][0]

c4 = datos[3][1]
c5 = datos[4][1]
c6 = datos[5][1]
c7 = datos[6][1]
c8 = datos[7][1]

I=(t8-t4)*(1*c4+4*c5+2*c6+4*c7+1*c8)/12
retornar I
```

Función Simpson_3-8 (datos):I

```
t1 = datos[0][0]
t4 = datos[3][0]

c1 = datos[0][1]
c2 = datos[1][1]
c3 = datos[2][1]
c4 = datos[3][1]

I=(t4-t1)*(1*c1+3*c2+3*c3+1*c4)/8
retonar I
```

Programa Principal

#DATOS DE ENTRADA:

Escribir 'Ingrese el caudal: '

Leer Q

tabla=CargarTabla()

I1=Función Simpson_3-8 (tabla)

I2=Función Simpson_1-3 (tabla)

#CALCULO DE LA INTEGRAL Y M

$I = I1 + I2$

$M = Q * I$

#DATOS DE SALIDA:

Mostrar M

```

def cargarTabla():
    tabla = []
    op = "s"

    while op == "s":
        fila = []

        print("Ingrese el tiempo: ")
        tiempo = float(input())
        fila.append(tiempo)

        print("Ingrese la concentración: ")
        concentracion = float(input())
        fila.append(concentracion)

        tabla.append(fila)

        print("¿Quiere ingresar más datos? (s/n)")
        op = input()

    return tabla

```

```

def simpson_1_3(datos):
    # t8 - t4
    t4 = datos[3][0]
    t8 = datos[7][0]

    c4 = datos[3][1]
    c5 = datos[4][1]
    c6 = datos[5][1]
    c7 = datos[6][1]
    c8 = datos[7][1]

    I = (t8 - t4) * (1 * c4 + 4 * c5 + 2 * c6 + 4 * c7 + 1 * c8) / 12

    return I

```

```

def simpson_3_8(datos):
    # t4 - t1
    t1 = datos[0][0]
    t4 = datos[3][0]

    c1 = datos[0][1]
    c2 = datos[1][1]
    c3 = datos[2][1]
    c4 = datos[3][1]

    I = (t4 - t1) * (1 * c1 + 3 * c2 + 3 * c3 + 1 * c4) / 8

```

```
return I
```

```
# PROGRAMA PRINCIPAL
```

```
# DATOS DE ENTRADA
```

```
print("Ingrese el caudal: ")
```

```
Q = float(input())
```

```
Q = 4 # Caudal
```

```
tabla = cargar_tabla()
```

```
I1 = simpson_3_8(tabla)
```

```
I2 = simpson_1_3(tabla)
```

```
# CÁLCULO DE LA INTEGRAL Y M
```

```
I = I1 + I2
```

```
M = Q * I
```

```
# DATOS DE SALIDA
```

```
print("M =", M)
```

Resultados

$$I1 = (t4 - t1) * (1*C1 + 3*C2 + 3*C3 + 1*C4) / 8 = (30 - 0) * (1*10 + 3*35 + 3*55 + 1*52) / 8$$
$$I1 = 1245$$

$$I2 = (t8 - t4) * (1*C4 + 4*C5 + 2*C6 + 4*C7 + 1*C8) / 12 = (50 - 30) * (1*52 + 4*40 + 2*37 + 4*32 + 1*34) / 12$$

$$I2 = 746,666666...$$

$$I1+I2 = 1991,66666...$$

$$M=Q*I = 7966,6666...$$

Como el resultado nos dio un número periódico, no tiene sentido en el contexto de la problemática. Por lo tanto debo analizar cuántas cifras significativas uso.

Como la resolución de una Balanza de precisión es de 0,1 mg, puedo concluir que:

$$M=7966,6 \text{ mg}$$