

Problema 1 Sea la función

$$f(x) = \begin{cases} 2ax^2 - bx + 1 & \text{si } x < 1 \\ 3ax^2 + 2bx + 2 & \text{si } x \geq 1 \end{cases}$$

Hallar a y b de manera que f cumpla las condiciones del teorema del valor medio en el intervalo $[0, 2]$. Encontrar aquellos puntos que el teorema asegura su existencia.

Solución:

1. f es continua en ambas ramas, para cualquier valor de a y b , hay que calcular a y b para afirmar la continuidad en $x = 1$

$$\begin{cases} \lim_{x \rightarrow 1^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1^-} (2ax^2 - bx + 1) = 2a - b + 1 \\ \lim_{x \rightarrow 1^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1^+} (3ax^2 + 2bx + 2) = 3a + 2b + 2 \end{cases} \implies a + 3b = -1$$

2. f es derivable en ambas ramas, para cualquier valor de a y b , hay que calcular a y b para afirmar la derivabilidad en $x = 1$

$$f'(x) = \begin{cases} 4ax - b & \text{si } x < 1 \\ 6ax + 2b & \text{si } x \geq 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} f'(1^-) = 4a - b \\ f'(1^+) = 6a + 2b \end{cases} \implies 2a + 3b = 0$$

- 3.

$$\begin{cases} a + 3b = -1 \\ 2a + 3b = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} a = 1 \\ b = -2/3 \end{cases}$$

4. Tenemos:

$$f(x) = \begin{cases} 2x^2 + \frac{2}{3}x + 1 & \text{si } x < 1 \\ 3x^2 - \frac{4}{3}x + 2 & \text{si } x \geq 1 \end{cases}$$

$$f'(x) = \begin{cases} 4x + \frac{2}{3} & \text{si } x < 1 \\ 6x - \frac{4}{3} & \text{si } x \geq 1 \end{cases}$$

Esta función cumple las condiciones del Teorema del Valor Medio, es decir, es continua en el intervalo $[0, 2]$ y derivable en el $(0, 2)$. El Teorema afirma que existe al menos un punto $c \in (0, 2)$ que cumple

$$f'(c) = \frac{f(2) - f(0)}{2 - 0} = \frac{31/3}{2} = \frac{31}{6}.$$

Si cogemos la primera rama $c < 1$:

$$f'(c) = 4c + 2/3 = 31/6 \implies c = 9/8 \text{ no vale}$$

Si cogemos la segunda rama $c \geq 1$:

$$f'(c) = 6c - 4/3 = 31/6 \implies c = 13/12 \text{ si vale}$$

El punto $c \in (0, 2)$ al que hace referencia el teorema es $c = 13/12$.

Problema 2 Hallar una función polinómica de tercer grado tal que pasa por el punto $(0, 2)$, tenga un extremo relativo en $(1, 3)$ y un punto de inflexión en $x = 2$

Solución:

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d, \quad f'(x) = 3ax^2 + 2bx + c, \quad f''(x) = 6ax + 2b$$

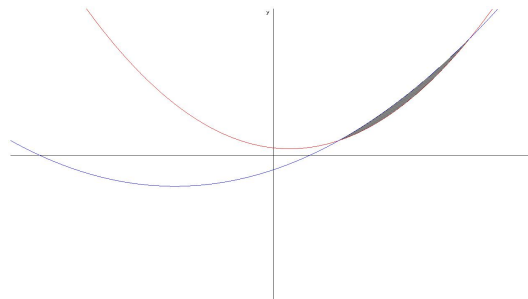
$$\begin{cases} f(0) = 2 \implies d = 2 \\ f(1) = 3 \implies a + b + c + d = 3 \\ f'(1) = 0 \implies 3a + 2b + c = 0 \\ f''(2) = 0 \implies 12a + 2b = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} a = 1/4 \\ b = -3/2 \\ c = 9/4 \\ d = 2 \end{cases}$$

$$f(x) = \frac{1}{4}x^3 - \frac{3}{2}x^2 + \frac{9}{4}x + 2,$$

$f''(1) = 6a + 2b = 3/2 - 3 = -3/2 < 0 \implies$ el extremo en el punto $(1, 2)$ es un máximo.

Problema 3 Hallar el área encerrada por las funciones $f(x) = 2x^2 - x + 1$ y $g(x) = x^2 + 3x - 2$.

Solución:



$$f(x) = g(x) \implies 2x^2 - x + 1 = x^2 + 3x - 2 \implies x = 1, \quad x = 3$$

$$H(x) = \int (f(x) - g(x)) dx = \int (x^2 - 4x + 3) dx = \frac{x^3}{3} - 2x^2 + 3x$$

$$S = \int_1^3 (f(x) - g(x)) dx = H(3) - H(1) = -\frac{4}{3}$$

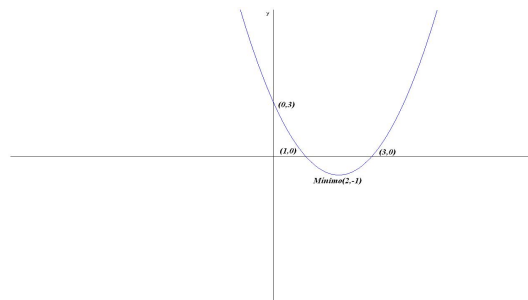
$$S = |S| = \frac{4}{3} u^2$$

Problema 4 Dada la función $f(x) = |x^2 - 4x + 3|$ se pide:

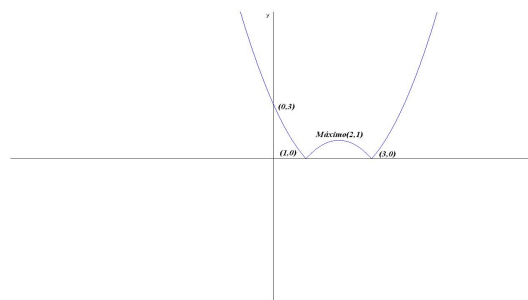
1. Representación gráfica de forma aproximada y su forma como una función definida por ramas
2. Estudiar su continuidad y derivabilidad a la vista del estudio anterior.

Solución:

1. Llamamos $g(x) = x^2 - 4x + 3$ y la representamos gráficamente:



La función $f(x) = |x^2 - 4x + 3|$ no puede tener recorrido por debajo del eje de abscisas. Esta función sería:



Luego:

$$f(x) = \begin{cases} x^2 - 4x + 3 & \text{si } x < 1 \\ -x^2 + 4x - 3 & \text{si } 1 \leq x < 3 \\ x^2 - 4x + 3 & \text{si } x \geq 3 \end{cases}$$

2. Claramente y a la vista de la gráfica la función es continua en todo R pero no sería derivable en los puntos $x = 1$ y $x = 3$ donde presenta picos. En esos picos podríamos trazar infinitas tangentes a la gráfica de f .