

### Examen de cálculo diferencial e integral

#### Ejercicio 1. (Puntuación máxima: 2 puntos)

Sea la función  $f(x) = x^2 \operatorname{sen}(x-4) + 17$ . Demuestra que la función derivada  $f'(x)$  posee al menos una raíz real en el intervalo  $(0, 4)$ .

$f(x)$  es una función continua y derivable en  $\mathbb{R}$  por ser suma y producto de funciones continuas y derivables; en particular  $f(x)$  es continua en  $[0,4]$  y derivable en  $(0,4)$  y además  $f(0) = f(4)$

$$f(0) = 0^2 \cdot \operatorname{sen}(0-4) + 17 = 17$$

$$f(4) = 16 \cdot \operatorname{sen}(0) + 17 = 17$$

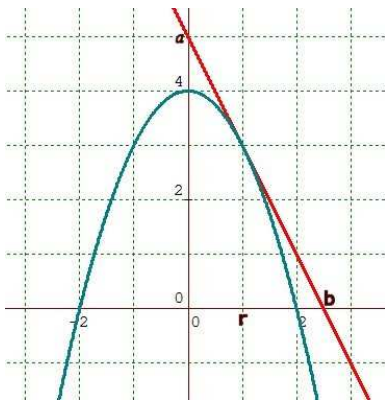
entonces estamos en las condiciones del teorema de Rolle por lo que podemos concluir que existe  $x_0 \in (0,4)$  tal que  $f'(x_0) = 0 \Rightarrow f'(x)$  posee, al menos, una raíz en el intervalo  $(0,4)$ .

También puede resolverse aplicando el th. de Bolzano a  $f'(x)$  en el intervalo  $[0,4]$

#### Ejercicio 2. (Puntuación máxima: 3 puntos)

Dada la parábola  $y = 4 - x^2$ , se considera el triángulo rectángulo  $T(r)$  formado por los ejes coordenados y la recta tangente a la parábola en el punto de abscisa  $x = r$ , con  $r > 0$ .

- Hallar  $r$  para que  $T(r)$  tenga área mínima.
- Calcular el área de la región limitada por la parábola, su tangente en el punto de abscisa  $x = 1$ , y el eje vertical.



Calculemos la recta tangente a la parábola en el punto  $x = r$   
 punto de tangencia  $P = (r, 4 - r^2)$ ;  $y' = -2x \Rightarrow m = y'(r) = -2r$

$$r_{ig} \equiv y - (4 - r^2) = -2r(x - r), \quad r_{ig} \equiv y = -2rx + r^2 + 4$$

cortamos la recta con los ejes de coordenadas

$$a = r_{ig} \cap OY \Rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ y = -2rx + r^2 + 4 \end{cases} \Rightarrow a = (0, r^2 + 4)$$

$$b = r_{ig} \cap OX \Rightarrow \begin{cases} y = 0 \\ y = -2rx + r^2 + 4 \end{cases} \Rightarrow b = \left( \frac{r^2 + 4}{2r}, 0 \right)$$

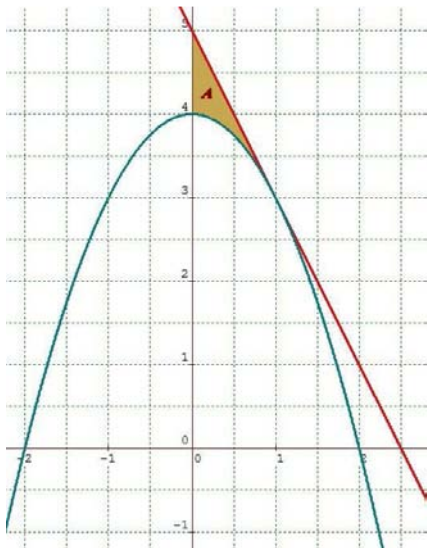
El triángulo  $T(r)$  tiene por base  $b$  y por altura  $a$

$$\text{la función área será } A(r) = \frac{\frac{r^2 + 4}{2r} \cdot (r^2 + 4)}{2}, \quad A(r) = \frac{(r^2 + 4)^2}{4r}$$

Busquemos el mínimo de la función área ;  $A'(r) = \frac{16r^2(r^2+4) - 4(r^2+4)^2}{16r^2}$  ;  $A'(r) = 0$

$$16r^2(r^2+4) - 4(r^2+4)^2 = 0 \Rightarrow 4(r^2+4)(3r^2-4) = 0 \Rightarrow 3r^2-4=0 \Rightarrow r = \pm \frac{2}{\sqrt{3}}$$

como  $r > 0 \Rightarrow$  el área del triángulo es mínima cuando  $r = \frac{2}{\sqrt{3}}$



La recta tangente a la parábola en el punto (1,3) es  $y = -2x + 5$

el área pedida es la región sombreada A

$$A = \int_0^1 [(-2x+5) - (4-x^2)] dx = \int_0^1 (x^2 - 2x + 1) dx = \left[ \frac{x^3}{3} - x^2 + x \right]_0^1 = \frac{1}{3}$$

### Ejercicio 3. (Puntuación máxima: 2 puntos)

Calcula:

a)  $\int_0^{\sqrt{5}} x \cdot \sqrt{1+3x^2} dx$

b)  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{4^x + 5^x}{3^x + 6^x}$

$$a) \int_0^{\sqrt{5}} x \cdot \sqrt{1+3x^2} dx = \frac{1}{6} \int_0^{\sqrt{5}} 6x(1+3x^2)^{\frac{1}{2}} dx = \frac{1}{6} \left[ \frac{(1+3x^2)^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} \right]_0^{\sqrt{5}} = \frac{1}{6} \left( \frac{\sqrt{16^3}}{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\frac{3}{2}} \right) = \frac{1}{6} \left( \frac{128}{3} - \frac{2}{3} \right) = 7$$

$$b) \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{4^x + 5^x}{3^x + 6^x} = (\text{dividiendo todo por } 6^x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\left(\frac{4}{6}\right)^x + \left(\frac{5}{6}\right)^x}{\left(\frac{3}{6}\right)^x + 1} = \frac{0+0}{0+1} = 0$$

**Ejercicio 4.** (Puntuación máxima: 3 puntos)

Se considera la función  $f(x) = \frac{(2x-1)^2}{4x^2+1}$

- Calcula las asíntotas, los puntos extremos y esboza la gráfica de  $f(x)$ .
- Calcula el área de la región limitada por la gráfica de  $f(x)$  y la recta de ecuación  $4x+5y-5=0$ .

La función  $f(x) = \frac{(2x-1)^2}{4x^2+1}$  no tiene asíntotas verticales puesto que  $\text{Dom}(f) = \mathbb{R}$ , ( $4x^2+1 \neq 0$ )

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(2x-1)^2}{4x^2+1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x^2-4x+1}{4x^2+1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4-\frac{4}{x}+\frac{1}{x^2}}{4+\frac{1}{x^2}} = 1 \Rightarrow y=1 \text{ es asíntota horizontal}$$

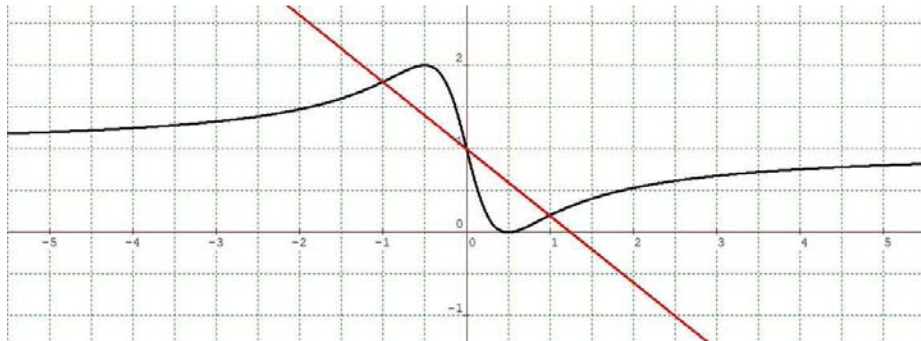
no tiene asíntota oblicua

$$f'(x) = \frac{(8x-4)(4x^2+1) - 8x(4x^2-4x+1)}{(4x^2+1)^2} = \frac{16x^2-4}{(4x^2+1)^2}; f'(x)=0 \Rightarrow 16x^2-4=0 \Rightarrow x = \pm \frac{1}{2}$$

$$f''(x) = \frac{32x(4x^2+1)^2 - 2(4x^2+1)8x(16x^2-4)}{(4x^2+1)^4} = \frac{96x-128x^3}{(4x^2+1)^3}; \begin{cases} f''\left(\frac{1}{2}\right) > 0 \Rightarrow \text{en } x = \frac{1}{2} \text{ hay un mínimo } \left(\frac{1}{2}, 0\right) \\ f''\left(-\frac{1}{2}\right) < 0 \Rightarrow \text{en } x = -\frac{1}{2} \text{ hay un máximo } \left(-\frac{1}{2}, 2\right) \end{cases}$$

$f(x)$  corta a los ejes en los puntos  $(0, 1)$  y  $\left(\frac{1}{2}, 0\right)$ ;  $f''(x)=0 \Rightarrow 32x(3-4x^2)=0$ ; en  $x=0$ ,  $x = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,  $x = -\frac{\sqrt{3}}{2}$  hay puntos de inflexión.

Dibujamos las gráficas y calculamos el área pedida.



$$\frac{1}{2}A = \int_0^1 \left(\frac{5-4x}{5}\right) dx - \int_0^1 \frac{(2x-1)^2}{4x^2+1} dx = \frac{1}{5} [5x-2x^2]_0^1 - \left[ x - \frac{1}{2} \ln(4x^2+1) \right]_0^1 = \frac{3}{5} - \left(1 - \frac{\ln 5}{2}\right) = \frac{5\ln 5 - 4}{10} \Rightarrow A = \frac{5\ln 5 - 4}{5}$$

$$\int \frac{(2x-1)^2}{4x^2+1} dx = \int \frac{4x^2-4x+1}{4x^2+1} dx = \int \left(1 - \frac{4x}{4x^2+1}\right) dx = \int dx - \frac{1}{2} \int \frac{8x}{4x^2+1} dx = x - \frac{1}{2} \ln(4x^2+1)$$