

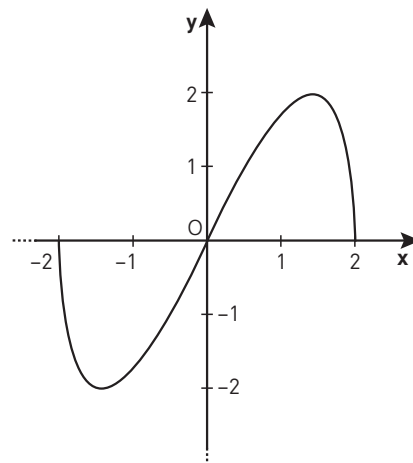
**ESAME DI STATO DI LICEO SCIENTIFICO
CORSO DI ORDINAMENTO • 2014**

■ **PROBLEMA 2**

A lato è disegnato il grafico Γ della funzione

$$f(x) = x\sqrt{4-x^2}.$$

1. Si calcolino il massimo e il minimo assoluti di $f(x)$.
2. Si dica se l'origine O è centro di simmetria per Γ e si calcoli, in gradi e primi sessagesimali, l'angolo che la tangente in O a Γ forma con la direzione positiva dell'asse x .
3. Si disegni la curva di equazione $y^2 = x^2(4-x^2)$ e si calcoli l'area della parte di piano da essa racchiusa.
4. Sia $h(x) = \sin(f(x))$ con $0 \leq x \leq 2$. Quanti sono i punti del grafico di $h(x)$ di ordinata 1? Il grafico di $h(x)$ presenta punti di minimo, assoluti o relativi? Per quali valori reali di k l'equazione $h(x) = k$ ha 4 soluzioni distinte?



▲ **Figura 2.**

SOLUZIONE DELLA PROVA D'ESAME CORSO DI ORDINAMENTO • 2014

PROBLEMA 2

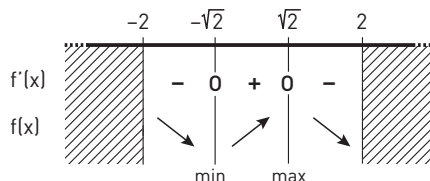
1. Il dominio della funzione $f(x) = x\sqrt{4-x^2}$ è l'intervallo $[-2; 2]$; per determinare i suoi massimo e minimo assoluti dobbiamo calcolarne la derivata prima e studiarne il segno:

$$f'(x) = \sqrt{4-x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{4-x^2}} = 2 \frac{2-x^2}{\sqrt{4-x^2}} \quad \text{con } -2 < x < 2.$$

Essa risulta:

- positiva per $-\sqrt{2} < x < \sqrt{2}$ $\rightarrow f(x)$ crescente;
- nulla per $x = -\sqrt{2}$ v $x = \sqrt{2}$ $\rightarrow f(x)$ ha punti stazionari;
- negativa per $-2 < x < -\sqrt{2}$ v $\sqrt{2} < x < 2$ $\rightarrow f(x)$ decrescente.

In figura 6 è riportato il quadro della funzione e della sua derivata prima.



◀ Figura 6.

Osservando che $f(-2) = f(2) = 0$ la funzione $f(x)$ ha minimo assoluto in $x = -\sqrt{2}$ con $f(-\sqrt{2}) = -2$ e massimo assoluto in $x = \sqrt{2}$ con $f(\sqrt{2}) = 2$.

2. Una funzione ha grafico simmetrico rispetto all'origine di riferimento O se la funzione è dispari ovvero se $f(-x) = -f(x)$; verifichiamo se vale tale uguaglianza:

$$f(-x) = -x\sqrt{4-x^2} = -f(x),$$

pertanto la funzione $f(x)$ ha grafico Γ simmetrico rispetto a O .

Determiniamo il coefficiente angolare m della retta tangente al grafico nel punto $x = 0$, ricordando che equivale alla derivata prima della funzione calcolata in quel punto:

$$f'(x) = 2 \frac{2-x^2}{\sqrt{4-x^2}}, \quad \rightarrow \quad f'(0) = m = 2.$$

L'angolo α che la tangente forma con la direzione positiva dell'asse x è rappresentata dall'arcotangente del valore di m ovvero:

$$\alpha = \arctg m = \arctg 2 = 63,43\dots^\circ \approx 63^\circ 26'.$$

3. L'equazione di quarto grado in due variabili $y^2 = x^2(4-x^2)$ non rappresenta una funzione, ma la non negatività del primo membro impone al dominio della variabile x la condizione

$$4 - x^2 \geq 0 \quad \text{ovvero} \quad -2 \leq x \leq 2.$$

Ricaviamo la y dall'equazione di partenza:

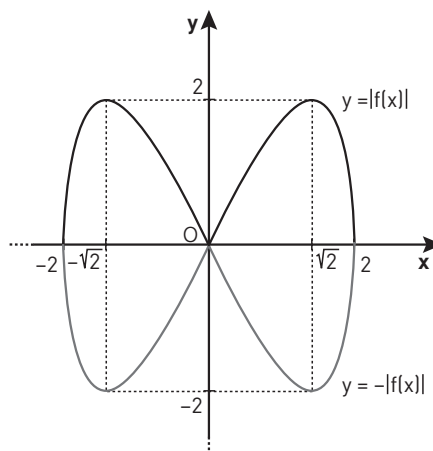
$$y = \pm |x| \sqrt{4 - x^2}.$$

Il grafico dell'equazione $y^2 = x^2(4 - x^2)$ corrisponde all'unione dei grafici delle funzioni:

$$y = |x| \sqrt{4 - x^2} \quad \vee \quad y = -|x| \sqrt{4 - x^2}$$

cioè all'unione del grafico di $|f(x)|$ e del suo simmetrico rispetto all'asse x , $-|f(x)|$.

Noto il grafico Γ di $f(x)$, rappresentiamo in figura 7 i grafici di $|f(x)|$ e $-|f(x)|$.

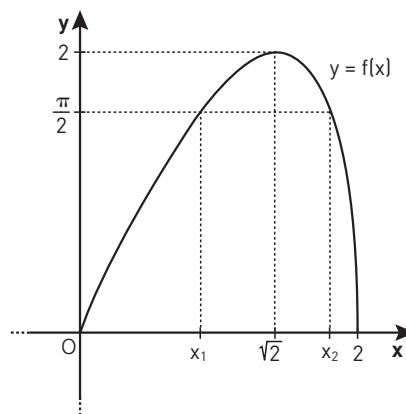


◀ Figura 7.

Sfruttando la simmetria centrale del grafico della funzione $f(x)$, l'area della parte di piano racchiusa dall'equazione $y^2 = x^2(4 - x^2)$ è uguale a 4 volte l'area compresa tra Γ e l'asse delle ascisse nell'intervallo $[0; 2]$:

$$\begin{aligned} \mathcal{A} &= 4 \int_0^2 f(x) dx = 4 \int_0^2 x \sqrt{4 - x^2} dx = -2 \int_0^2 -2x(4 - x^2)^{\frac{1}{2}} dx = -2 \left[\frac{(4 - x^2)^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} \right]_0^2 \\ &= -\frac{4}{3} \left[0 - 4^{\frac{3}{2}} \right] = -\frac{4}{3} \cdot (-8) = \frac{32}{3}. \end{aligned}$$

4. Sia $b(x) = \sin(x\sqrt{4 - x^2})$ con $0 \leq x \leq 2$. Per determinare quanti punti del grafico di $b(x)$ hanno ordinata 1 osserviamo (figura 8) che in tale intervallo la funzione $f(x) = x\sqrt{4 - x^2}$ assume valori compresi tra 0 e 2 e in particolare acquista il valore $\frac{\pi}{2}$ in due punti x_1 e x_2 , per cui $b(x_1) = b(x_2) = 1$. Quindi i punti del grafico di $b(x)$ di ordinata 1 sono due.



◀ Figura 8.

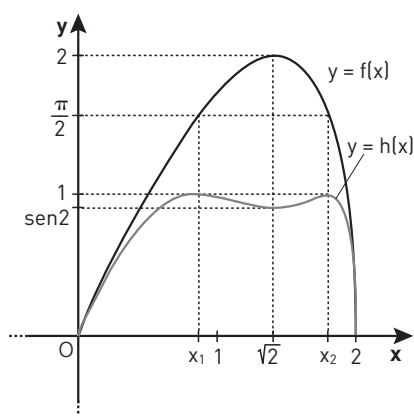
Deduciamo l'andamento della funzione $b(x) = \sin(f(x))$ basandoci sulle conoscenze della funzione goniometrica e valutando il grafico Γ di $f(x) = x\sqrt{4 - x^2}$:

- agli estremi dell'intervallo $b(0) = b(2) = 0$;
- per $0 < x < x_1$, $0 < f(x) < \frac{\pi}{2}$ e $f(x)$ crescente $\rightarrow b(x)$ crescente e $0 < b(x) < 1$;
- per $x = x_1$, $f(x_1) = \frac{\pi}{2} \rightarrow b(x_1) = 1$;

- per $x_1 < x < \sqrt{2}$, $\frac{\pi}{2} < f(x) < 2$ e $f(x)$ crescente $\rightarrow b(x)$ decrescente e $\sin 2 < b(x) < 1$;
- per $x = \sqrt{2}$, $f(\sqrt{2}) = 2 \rightarrow b(\sqrt{2}) = \sin 2$;
- per $\sqrt{2} < x < x_2$, $\frac{\pi}{2} < f(x) < 2$ e $f(x)$ decrescente $\rightarrow b(x)$ crescente e $\sin 2 < b(x) < 1$;
- per $x = x_2$, $f(x_2) = \frac{\pi}{2} \rightarrow b(x_2) = 1$;
- per $x_2 < x < 2$, $0 < f(x) < \frac{\pi}{2}$ e $f(x)$ decrescente $\rightarrow b(x)$ decrescente e $0 < b(x) < 1$.

Rappresentiamo in figura 9 l'andamento di $f(x)$ e di $b(x)$. La funzione $b(x)$ presenta:

- due massimi assoluti nei punti x_1 e x_2 , con $b(x_1) = b(x_2) = 1$;
- due minimi assoluti in $x = 0$ e $x = 2$ con $b(0) = b(2) = 0$;
- un minimo relativo in $x = \sqrt{2}$, con $b(\sqrt{2}) = \sin 2$.



◀ **Figura 9.**

Osservando il grafico di $b(x)$, l'equazione $b(x) = k$ ha quattro soluzioni distinte quando una retta $y = k$ interseca il grafico in quattro punti distinti ovvero per $\sin 2 < k < 1$.