

Εφαρμοσμένα Μαθηματικά για Οικονομολόγους I



Παράγωγοι Συναρτήσεων

! Βασικοί τύποι παραγώγων

1. Παράγωγος σταθερής συνάρτησης

Αν $f(x)=c$, όπου c είναι σταθερός αριθμός, τότε:

$$f'(x) = 0$$

2. Παράγωγος της συνάρτησης $f(x)=x$

$$f'(x) = 1$$

3. Παράγωγος δύναμης του x

Αν $f(x)=x^n$, τότε:

$$f'(x) = n x^{n-1}$$

4. Παράγωγος εκθετικής συνάρτησης

$$(e^x)' = e^x$$

$$(a^x)' = a^x \ln a$$

5. Παράγωγος λογαριθμικής συνάρτησης

$$(\ln x)' = \frac{1}{x}$$

6. Παράγωγοι τριγωνομετρικών συναρτήσεων

$$(\sin x)' = \cos x$$

$$(\cos x)' = -\sin x$$

$$(\tan x)' = \frac{1}{\cos^2 x} = 1 + \tan^2 x$$

7. Παράγωγοι αντίστροφων τριγωνομετρικών συναρτήσεων

$$(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$(\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$(\arctan x)' = \frac{1}{1+x^2}$$

! Κανόνες παραγώγισης

1. Κανόνας σταθερού πολλαπλασίου

Αν $f(x) = c \cdot g(x)$, τότε:

$$f'(x) = c \cdot g'(x)$$

Παράδειγμα:

Να βρεθεί η παράγωγος της $f(x) = 5x^3$

$$f'(x) = (5x^3)' = 5(x^3)' = 5 \cdot 3 \cdot x^2$$

2. Κανόνας αθροίσματος ή διαφοράς

Αν $f(x) = g(x) \pm h(x)$, τότε:

$$f'(x) = g'(x) \pm h'(x)$$

Παράδειγμα:

Να βρεθεί η παράγωγος της $f(x) = x^3 + 2x^2 - 5x + 7$

$$f'(x) = (x^3 + 2x^2 - 5x + 7)' = (x^3)' + (2x^2)' - (5x)' + (7)'$$

$$= (x^3)' + 2(x^2)' - 5(x)' + (7)' = 3x^2 + 2 \cdot 2 \cdot x - 5 \cdot 1 + 0$$

$$\Rightarrow f'(x) = 3x^2 + 4x - 5$$

3. Κανόνας γινομένου

Αν $f(x) = g(x) \cdot h(x)$, τότε:

$$f'(x) = g'(x) h(x) + g(x) h'(x)$$

Παράδειγμα:

Να βρεθεί η παράγωγος της $f(x) = x^2 \sin x$

$$f'(x) = (x^2 \sin x)' = (x^2)' \cdot (\sin x) + (x^2) \cdot (\sin x)'$$

$$\Rightarrow f'(x) = 2x \cdot \sin x + x^2 \cdot \cos x$$

4. Κανόνας πηλίκου

Αν $f(x) = \frac{g(x)}{h(x)}$, τότε:

$$f'(x) = \frac{g'(x)h(x) - g(x)h'(x)}{[h(x)]^2}$$

Παράδειγμα:

Να βρεθεί η παράγωγος της $f(x) = \frac{x^2 + 1}{x - 1}$

$$f'(x) = \left(\frac{x^2+1}{x-1}\right)' = \frac{[(x^2+1)'(x-1) + (x^2+1)(x-1)']}{(x-1)^2}$$

$$\Rightarrow f'(x) = \frac{[2x^2 - 2x - x^2 - 1]}{(x-1)^2} = \frac{x^2 - 2x - 1}{(x-1)^2}$$

5. Κανόνας αλυσίδας (σύνθετη συνάρτηση)

Αν $f(x) = g(h(x))$, τότε:

$$f'(x) = g'(h(x)) \cdot h'(x)$$

Παράδειγμα

Αν $f(x) = (3x+2)^4$, τότε με τον κανόνα αλυσίδας:

$$f'(x) = ((3x+2)^4)' = 4(3x+2)^3 \cdot (3x+2)'$$

$$\Rightarrow f'(x) = 4(3x+2)^3 \cdot (3)$$

$$\Rightarrow f'(x) = 12(3x+2)^3$$

Άσκηση

Να υπολογισθεί η παράγωγος $\frac{dy}{dx}$
της συνάρτησης

$$y = \sqrt[3]{x} + \sqrt[5]{x}$$

Λύση

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{d(\sqrt[3]{x} + \sqrt[5]{x})}{dx} \\ &= \frac{d(\sqrt[3]{x})}{dx} + \frac{d(\sqrt[5]{x})}{dx} \\ &= \frac{d(x^{1/3})}{dx} + \frac{d(x^{1/5})}{dx} \\ &= \frac{1}{3}x^{1/3-1} + \frac{1}{5}x^{1/5-1} \\ \Rightarrow \frac{dy}{dx} &= \frac{1}{3}x^{-2/3} + \frac{1}{5}x^{-4/5} \end{aligned}$$

Άσκηση

Να βρεθεί η παράγωγος $\frac{dy}{dx}$
της συνάρτησης

1. $y = \sin 2x$

2. $y = \sin^2 x$

Λύση

i) Για $y = \sin 2x$:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d(\sin 2x)}{dx} = \cos 2x \cdot \frac{d(2x)}{dx} = 2 \cos 2x$$

ii) Για $y = \sin^2 x$:

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{d(\sin^2 x)}{dx} = \frac{d((\sin x)^2)}{dx} \\ &= 2 \sin x \cdot \frac{d(\sin x)}{dx} = 2 \sin x \cos x = \sin 2x \end{aligned}$$

Δεύτερη Παράγωγος

Αν μια συνάρτηση $y=f(x)$ είναι παραγωγίσιμη και η παράγωγός την $\frac{dy}{dx}$ είναι επίσης παραγωγίσιμη, τότε ορίζεται η δεύτερη παράγωγος της f ως:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d}{dx} \left(\frac{dy}{dx} \right)$$

Η δεύτερη παράγωγος εκφράζει τον ρυθμό μεταβολής της πρώτης παραγώγου. Δηλαδή, δείχνει πώς αλλάζει η ταχύτητα μεταβολής της συνάρτησης.

Άσκηση

Να βρεθεί η δεύτερη παράγωγος της συνάρτησης $y=2\ln x$

Λύση

Βήμα 1: Πρώτη παράγωγος

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{d(2 \ln x)}{dx} = 2 \cdot \frac{d(\ln x)}{dx} \\ \Rightarrow \frac{dy}{dx} &= 2 \cdot \frac{1}{x} = \frac{2}{x} \end{aligned}$$

Βήμα 2: Δεύτερη παράγωγος

Τώρα παραγωγίζουμε ξανά το αποτέλεσμα $\frac{dy}{dx} = \frac{2}{x}$

$$\begin{aligned} \frac{d^2y}{dx^2} &= \frac{d\left(\frac{2}{x}\right)}{dx} = 2 \cdot \frac{d(x^{-1})}{dx} \\ \Rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} &= 2 \cdot (-x^{-2}) = -\frac{2}{x^2} \end{aligned}$$

Άρα

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{2}{x^2}$$

Ακρότατα Συνάρτησης



Βήμα 1:Βρίσκουμε την παράγωγο

Υπολογίζουμε την πρώτη παράγωγο $f'(x)$.

Βήμα 2:Μηδενίζουμε την παράγωγο

Λύνουμε την εξίσωση $f'(x)=0$.

Τα σημεία που προκύπτουν λέγονται κρίσιμα σημεία.

Βήμα 3:Ελέγχουμε τη φύση του σημείου

Με τη δεύτερη παράγωγο:

Αν $f''(x_0)>0 \rightarrow$ Ελάχιστο

Αν $f''(x_0)<0 \rightarrow$ Μέγιστο

Αν $f''(x_0)=0 \rightarrow$ χρειάζεται περαιτέρω έλεγχος.

Άσκηση

Να βρεθούν τα ακρότατα της συνάρτησης $f(x)=x^3-3x^2+2$ και να χαρακτηριστούν ως μέγιστα ή ελάχιστα.

Λύση

Βήμα 1:Παράγωγος της συνάρτησης

$$f'(x)=3x^2-6x=3x(x-2)$$

Βήμα 2:Κρίσιμα σημεία

$$\text{Θέτουμε } f'(x)=0$$

$$3x(x-2)=0 \Rightarrow x=0 \text{ ή } x=2$$

Βήμα 3: Δεύτερη παράγωγος

$$f''(x) = 6x - 6$$

Υπολογίζουμε στα κρίσιμα σημεία:

- Για $x=0$

$$f''(0) = -6 < 0 \Rightarrow \textbf{Μέγιστο}$$

- Για $x=2$

$$f''(2) = 6 > 0 \Rightarrow \textbf{Ελάχιστο}$$

Τιμές των ακροτάτων

$$f(0) = 0^3 - 3 \cdot 0^2 + 2 = 2$$

$$f(2) = 2^3 - 3 \cdot 2^2 + 2 = 8 - 12 + 2 = -2$$